



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Echahid Cheikh Larbi Tébessi - Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie Appliquée

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme

*Master*

*Option : Assurance Qualité et Sécurité Alimentaire*

*Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et qualité hygiénique de fromage traditionnel "djben" à la base de lait de chèvre mis sur le marché de Tébessa.*

Présenté par :

**LOUALI Linda**

**BRAHMIA Belkis**

Devant le jury composé de :

<b>Présidente</b>	<b>:</b>	<b>FERHI Selma</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Tébessa</b>
<b>Promoteur</b>	<b>:</b>	<b>ZOUAOUI Nassim</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Tébessa</b>
<b>Examinatrice</b>	<b>:</b>	<b>AZIZI Nassima</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Tébessa</b>

**Année universitaire : 2022/2023**





## *Remerciement:*

*Avant tout, nous remercions Le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé le courage, la volonté et la patience pour achever ce modeste travail*

*Nos sincères remerciements sont adressés premièrement à notre encadreur **Dr ZOUAOUI Nassim**, d'avoir accepté de nous encadrer, pour son aide, ses conseils et ses orientations Pour sa patience avec nous.*

*Nos vifs remerciements sont adressés à tous les membres de jury: **Mme FERHI Selma** et **Mme AZIZI Nassima** qui nous ont fait l'honneur de participer à notre jury.*

*Merci pour toute aide, des ingénieurs de laboratoire de l'université de Tébessa en particulier **Mme SAYADA Nardjes**.*



## *Dédicace*

*A mon papa Hacene et ma maman Sahra, qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'étude, qui n'ont jamais dit non à mes exigences ; et qui n'ont épargné aucun effort pour me rendre heureuse.*

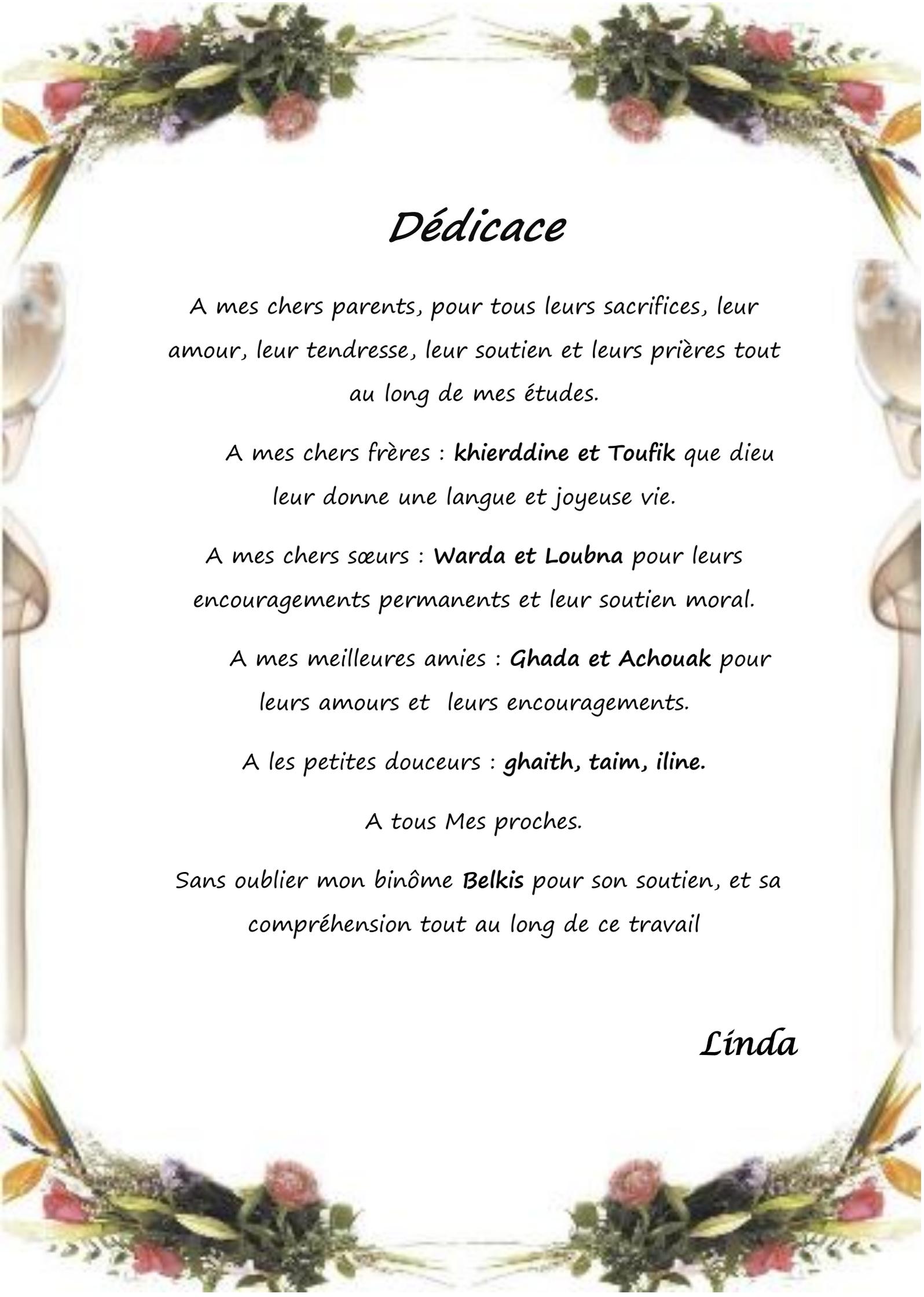
*A mes frères : THABET, FAKHREDDINNE et CHOUAIBE que dieu leur donne une langue et joyeuse vie.*

*A mes meilleures amies : AYA et Wiem pour leurs amours et leurs encouragements.*

*A tous Mes proches.*

*Sans oublier mon binôme LINDA pour son soutien, et sa compréhension tout au long de ce travail*

*Belkís*



## *Dédicace*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.*

*A mes chers frères : khierddine et Toufik que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A mes chers sœurs : Warda et Loubna pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral.*

*A mes meilleures amies : Ghada et Achouak pour leurs amours et leurs encouragements.*

*A les petites douceurs : ghaith, taim, iline.*

*A tous Mes proches.*

*Sans oublier mon binôme Belkis pour son soutien, et sa compréhension tout au long de ce travail*

*Linda*



# SOMMAIRE

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des symboles et abréviations

Glossaire

---

**Introduction.....01**

---

*Synthèse bibliographique.*

---

## **Chapitre I : Généralité sur le lait de chèvre**

<b>I.1. Définition de lait.....</b>	<b>03</b>
<b>I.2. Définition du lait de chèvre.....</b>	<b>03</b>
<b>I.3. Composition du lait de chèvre.....</b>	<b>03</b>
I.3.1. Eau .....	03
I.3.2. Matière grasse.....	03
I.3.3. Glucides .....	04
I.3.4. Protéines .....	04
I.3.5. Minéraux .....	04
I.3.6. Vitamines .....	05
<b>I.4. Qualité nutritionnelle du lait .....</b>	<b>06</b>
<b>I.5. Importance du lait de chèvre .....</b>	<b>06</b>
<b>I.6. Caractéristiques du lait de chèvre .....</b>	<b>07</b>
<b>I.7. Hygiène de la production du lait de chèvre .....</b>	<b>08</b>
I.7.1. Brucellose .....	08
I.7.2. Listériose animale .....	09
I.7.3. Mammites .....	09
<b>I.8. Contamination du lait de chèvre .....</b>	<b>09</b>
I.8.1. Contamination intra-mammaire.....	09
I.8.2. Contamination extra-mammaire.....	10
<b>I.9. Prévention du lait contre la contamination .....</b>	<b>10</b>

## **Chapitre II : Fromage traditionnel "Djben"**

<b>II.1. Généralité sur le fromage.....</b>	<b>12</b>
<b>II.2. Définition et classification du fromage.....</b>	<b>12</b>
<b>II.3. Filière du fromage traditionnel en Algérie.....</b>	<b>13</b>
<b>II.4. Types des fromages traditionnels en Algérie.....</b>	<b>13</b>
<b>II.5. Fromage traditionnel Djben.....</b>	<b>16</b>
<b>II.6. Méthodes de fabrication de Djben.....</b>	<b>16</b>
II.6.1. Technologie traditionnelle.....	16
II.6.2. Technologie semi-industrielle .....	17
<b>II.7. Enzymes coagulants de lait .....</b>	<b>17</b>
II.7. 1. Enzymes coagulants d'origine animale .....	18
II.7. 2. Enzymes coagulants d'origine végétale.....	18
II.7. 3. Chymosine génétiquement modifiée.....	18
II.7.4. Enzymes coagulants d'origine microbienne.....	19
<b>II.8. Propriétés organoleptiques du fromage.....</b>	<b>19</b>
<b>II.9. Qualité de djben.....</b>	<b>19</b>
II.9.1. Qualité nutritionnelle.....	20

---

### *Matériel et méthode.*

---

<b>1. Objectif .....</b>	<b>23</b>
<b>2. Lieu de l'étude.....</b>	<b>23</b>
<b>3. Evaluation de la qualité physico-chimique.....</b>	<b>25</b>
3.1. Détermination du pH .....	25
3.2. Détermination d'acidité titrable .....	25
3.4. Détermination d'extrait sec total (EST).....	26
<b>4. Qualité hygiénique .....</b>	<b>27</b>
4.1. Préparation des dilutions.....	27
4.2. Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile(FTAM).....	27
4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	28
4.4. Recherche et dénombrement des levures et moisissures .....	29

4.5. Recherche et dénombrement des clostridium Sulfito-réducteur (CSR).....	29
5. Etude statistique.....	30

---

---

*Résultats et discussions.*

---

---

<b>1. Résultats et discussions des paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>32</b>
1.1. pH.....	32
1.2. Acidité titrable .....	33
1.3. Extrait sec total (EST) .....	34
<b>2. Résultats et discussions de la qualité hygiénique .....</b>	<b>36</b>
2.1. Flore totale aérobie mésophile (FTAM) .....	37
2.2. Coliformes totaux et fécaux .....	37
a) Coliformes totaux .....	37
b) Coliformes fécaux .....	38
2.3. Levures et moisissures .....	39
2.4. Clostridium Sulfito-réducteur (CSR) .....	39

---

---

<b>Conclusion .....</b>	<b>42</b>
-------------------------	-----------

---

---

<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>45</b>
--	-----------

**Annexe**

## Résumé

Le lait cru de chèvre est transformé en de nombreux types de fromages et fait partie des produits laitiers traditionnels algériens, produits et même vendus de différentes manières dans plusieurs régions du pays. C'est pour cela, nous avons envisagés de réaliser une étude expérimentale qui porte sur l'évaluation de la qualité physico-chimiques et la qualité hygiénique des échantillons d'un fromage traditionnel «*Djben* », préparés à partir de lait de chèvre, commercialisés dans trois régions différents de la wilaya de Tébessa : El-Hammamet, Chéria et Tébessa chef-lieu. Les résultats de pH des trois échantillons de Djben sont presque les mêmes variée entre  $6,145 \pm 0,18$  à  $6,245 \pm 0,06$  alors que pour l'acidité titrable et l'extrait sec totale, l'échantillon de la région d'El-Hammamet présente des taux plus élevée ( $69 \pm 1,41^\circ\text{D}$ , 46.61%) par rapport aux ceux des autres échantillons de la région de Tébessa chef-lieu ( $54,5 \pm 0,70^\circ\text{D}$ , 46.10%) et la région de Chéria ( $50,50 \pm 2,12^\circ\text{D}$ , 44.36%). Par ailleurs, il existe une différence signification entre les échantillons étudié en ce qui concerne l'acidité titrable et l'extrait sec totale. Concernant les résultats de la qualité hygiénique, l'échantillon de la région « El Hammamet » possède une charge microbienne inférieure, en ce qui concerne les flores étudiées (FTAM « $3,9 \times 10^6 \pm 2,82 \times 10^5$ », Coliformes Totaux « $1,15 \times 10^4 \pm 7,07 \times 10^3$ » et Coliformes Fécaux « $0,8 \times 10^3 \pm 2,82 \times 10^2$ ») par rapport aux ceux des autres échantillons de la région de Tébessa chef-lieu (FTAM « $5,65 \times 10^6 \pm 1,06 \times 10^5$ », Coliformes Totaux « $1,95 \times 10^4 \pm 3,53 \times 10^3$ » et Coliformes Fécaux « $1,5 \times 10^3 \pm 1,41 \times 10^2$ ») et la région de Chéria (FTAM « $8,55 \times 10^6 \pm 9,19 \times 10^5$ », Coliformes Totaux « $2,95 \times 10^4 \pm 0,7 \times 10^3$ » et Coliformes Fécaux « $2,1 \times 10^3 \pm 2,8 \times 10^2$ »). Par contre, tous les échantillons étudiés ont notés l'absence totale des clostridium sulfite-réducteur, des levures et des moisissures.

Les techniques traditionnelles utilisées au fil du temps dans la fabrication du fromage méritent d'être préservées en tant qu'élément important du patrimoine gastronomique mondial de l'Algérie et de soutenir les communautés rurales du monde entier.

**Mots clés :** *fromage, Djben, chèvre, Tébessa, hygiénique, physico-chimique.*

## **Abstract**

Raw goat milk is processed into many types of cheese and is part of traditional Algerian dairy products, produced and even sold in different ways in several regions of the country. For this reason, we have planned to carry out an experimental study which focuses on the evaluation of the physico-chemical quality and hygienic quality of samples of a traditional cheese 'Djben', prepared from goat's milk, marketed in three different regions of the wilaya of Tébessa: El-Hammamet, Chéria and Tébessa capital. The pH results of the three samples of Djben are almost the same varied between  $6.145 \pm 0.18$  to  $6.245 \pm 0.06$  while for the titratable acidity and the total dry extract, the sample of the region of El-Hammamet has higher rates ( $69 \pm 1.41^\circ\text{D}$ , 46.61%) compared to those of the other samples of the region of Tébessa capital ( $54.5 \pm 0.70^\circ\text{D}$ , 46.10%) and the region of Chéria ( $50.50 \pm 2.12^\circ\text{D}$ , 44.36%). In addition, there is a significant difference between the samples studied with regard to titratable acidity and total solids. Regarding the results of hygienic quality, the sample from the "El Hammamet" region has a lower microbial load, with regard to the flora studied (FTAM  $3.9 \times 10^6 \pm 2.82 \times 10^5$ , Total coliforms " $1.15 \times 10^4 \pm 7.07 \times 10^3$ " and Fecal coliforms " $0.8 \times 10^3 \pm 2.82 \times 10^2$ ") compared to those of the other samples from the region of Tébessa capital (FTAM " $5.65 \times 10^6 \pm 1.06 \times 10^5$ ", Total coliforms " $1.95 \times 10^4 \pm 3.53 \times 10^3$ " and Fecal coliforms " $1.5 \times 10^3 \pm 1.41 \times 10^2$ ") and the region of Chéria (FTAM " $8.55 \times 10^6 \pm 9.19 \times 10^5$ ", Total Coliforms " $2.95 \times 10^4 \pm 0.7 \times 10^3$ " and Fecal Coliforms " $2.1 \times 10^3 \pm 2.8 \times 10^2$ "). On the other hand, all samples studied noted the total absence of sulphito-reducing clostridia, yeasts and moulds.

The traditional techniques used over time in cheese making deserve to be preserved as an important part of Algeria's global gastronomic heritage and to support rural communities around the world.

**Keywords:** *cheese, Djben, goat, Tébessa, hygienic, physico-chemical.*

## ملخص

تتم معالجة حليب الماعز الخام إلى أنواع عديدة من الجبن وهو جزء من منتجات الألبان الجزائرية التقليدية، التي يتم إنتاجها وحتى بيعها بطرق مختلفة في عدة مناطق من البلاد. لهذا السبب ، خططنا لإجراء دراسة تجريبية تركز على تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والجودة الصحية لعينات من الجبن التقليدي "الجبن" ، المحضر من حليب الماعز ، يتم تسويقها في ثلاث مناطق مختلفة من ولاية تبسة: الحممامات، الشريعة وتبسة. نتائج الأس الهيدروجيني لعينات الجبن الثلاثة هي نفسها تقريبا بين  $0,18 \pm 6,145$  و  $0,06 \pm 6,245$  بينما بالنسبة للحموضة القابلة للمعايرة والمستخلص الجاف الكلي، فإن العينة من منطقة الحممامات لها مستويات أعلى ( $1,41 \pm 69,46,61\%$ ) مقارنة بالعينات الأخرى لجهة عاصمة تبسة  $0,70 \pm 54,5,46,10\%$ . ومنطقة الشريعة ( $2,12 \pm 50,50,44,36\%$ ). بالإضافة إلى ذلك ، هناك فرق كبير بين العينات المدروسة فيما يتعلق بالحموضة القابلة للمعايرة والمواد الصلبة الكلية. فيما يتعلق بنتائج الجودة الصحية، فإن العينة من منطقة "الحممامات" لديها حمولة ميكروبية أقل، فيما يتعلق بالنباتات المدروسة (مجموع النباتات الهوائية متوسطة الحجم  $2,82 \times 10^5 \pm 3,9 \times 10^6$ ، مجموع القولونيات  $7,07 \times 10^3 \pm 1,15 \times 10^4$ ، والقولونيات البرازية  $0,8 \times 10^3 \pm 2,82 \times 10^2$ )، مقارنة بالعينات الأخرى لجهة عاصمة تبسة (مجموع النباتات الهوائية متوسطة الحجم  $5,65 \times 10^6 \pm 1,06 \times 10^5$ ، مجموع القولونيات  $3,53 \times 10^3 \pm 1,95 \times 10^4$ ، والقولونيات البرازية  $1,41 \times 10^2 \pm 1,5 \times 10^3$ )، و منطقة الشريعة (مجموع النباتات الهوائية متوسطة الحجم  $9,19 \times 10^5 \pm 8,55 \times 10^6$ ، مجموع القولونيات  $2,95 \times 10^4 \pm 0,7 \times 10^3$ ، والقولونيات البرازية  $2,8 \times 10^2 \pm 2,1 \times 10^3$ ). من ناحية أخرى ، لاحظت جميع العينات التي تمت دراستها الغياب التام للكلوسترديوم والخمائر والعفن.

تستحق التقنيات التقليدية المستخدمة مع مرور الوقت في صناعة الجبن الحفاظ عليها كجزء مهم من تراث تذوق الطعام العالمي للجزائر ودعم المجتمعات الريفية في جميع أنحاء العالم.

**الكلمات المفتاحية:** الجبن ، جبن ، الماعز ، تبسة ، صحية ، فيزيائية كيميائية.

## *LISTE DES FIGURES*

<b>Numéro</b>	<b>Titre de la figure</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	fromage traditionnel « Ighounane »	<b>14</b>
<b>02</b>	fromage traditionnel « Aghoughlou »	<b>14</b>
<b>03</b>	fromage traditionnel « klila »	<b>15</b>
<b>04</b>	fromage « Bouhazza »	<b>16</b>
<b>05</b>	Echantillon 1 prélevé de la région de Tébessa.	<b>24</b>
<b>06</b>	Echantillon 2 prélevé de la région de Chéria -wilaya de Tébessa.	<b>24</b>
<b>07</b>	Echantillon prélevé de la région d'El-Hammamet wilaya de Tébessa	<b>24</b>
<b>08</b>	Variation de pH les trois échantillons des fromages frais traditionnel « djben».	<b>32</b>
<b>09</b>	Variation de taux d'acidité titrable en (°D) pour les trois échantillons des fromages frais « djben ».	<b>33</b>
<b>10</b>	Variation de taux d'extrait sec (%) pour les trois échantillons des fromages frais « djben ».	<b>35</b>

## *LISTE DES TABLEAUX*

<b>Numéro</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Composition du lait de chèvre en minéraux	<b>05</b>
<b>2</b>	Composition du lait de chèvre en vitamines	<b>06</b>
<b>3</b>	La qualité nutritionnelle moyenne du lait de chèvre	<b>06</b>
<b>4</b>	La composition nutritionnelle du lait de chèvre en acides gras	<b>08</b>
<b>5</b>	Analyse de variance de pH	<b>33</b>
<b>6</b>	variation de l'acidité titrable pour les trois échantillons	<b>34</b>
<b>7</b>	Analyse de variance de Matière sèche	<b>36</b>
<b>8</b>	Résultats de dénombrement des principales flores microbiennes djben du lait de chèvre.	<b>37</b>

## *LISTE D'ABREVIATION*

- **C°** : Degré Celsius (unité de la température).
- **CSR** : Clostridium Sulfite-réducteur.
- **D°** : degré Dornic.
- **FTAM** : Flore Totale Aérobie Mésophile.
- **GN** : Gélose Nutritive.
- **ISO** : International organisation for standardisation.
- **JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.
- **NaCl** : Chlorure de Sodium.
- **NaOH** : Hydroxyde de Sodium.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PCA** : Plat Count Agar.
- **pH** : potentiel en ions Hydrogène.
- **UFC** : Unité Format Colonie.
- **VF** : Viande foie.
- **VRBL** : Violet Red Bile Agar.

*SYNTHESE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

# *INTRODUCTION*

### Introduction

En Algérie, la consommation des produits laitiers relève d'une longue histoire traditionnellement liée à l'activité d'élevage. Les produits laitiers étant fabriqués par des processus artisanaux anciens, à partir du lait ou de mélanges de laits de différentes espèces. Il existe une variété de produits laitiers artisanaux (du terroir), leur dénomination ainsi que leur processus de fabrication différant d'une région à l'autre, ces produits diffèrent aussi par leur goût et leur consistance, selon la source du lait (vache, chèvre, brebis et chamelle) (Meribai et *al.*, 2017).

Plus de dix fromages traditionnels sont produits dans tout le territoire algérien mais uniquement le *Djben* et le *Klila* sont connus. La connaissance de ces produits permet la préservation d'un savoir-faire ancestral, et contribue à faire vivre les régions rurales. Malgré des altérations parfois apparentes et des accidents de fabrication dont les consommateurs peuvent être victimes, la demande pour des aliments traditionnels produits à la ferme est en augmentation constante. Cependant, pour pouvoir développer le marché des produits traditionnels, il faut prolonger la durée de leur conservation, car ils périssent rapidement et rassurer les consommateurs en introduisant des standards minimums d'hygiène lors de la fabrication des produits et une meilleure chaîne de conservation du froid (Derouiche et Zidoune, 2015).

Le *Djben* est un fromage frais traditionnel, fabriqué à partir de lait cru de ruminant caillé par une enzyme coagulante d'origine végétale ou animale après un stade d'acidification spontanée; ainsi, il représente l'une des variétés traditionnelles les plus célèbres, dont la méthode de production est encore utilisée aujourd'hui, et sa consommation augmente en raison de ses propriétés sensorielles et nutritionnelles agréables (Tabet et *al.*, 2023).

Plusieurs facteurs de risques de contamination du fromage aux différents stades de sa fabrication entrent en jeu, ce qui nous a poussés à réaliser ce travail, dont l'objectif principal est de faire une synthèse des analyses physico-chimique et de la qualité hygiénique du fromage frais « *Djben* » pour évaluer le degré de contamination microbiologique et nous sommes intéressés à faire une comparaison qualitative entre des échantillons de différentes régions de la wilaya de Tébessa en trois régions (Tébessa chef-lieu, El-Hammamet et Chéria) de *Djben* issu de lait de chèvre pour l'évolution des paramètres physico-chimiques et de la

charge microbienne de ce type de fromage traditionnel a fin de connaitre sa conformité avec les normes.

Notre travail est structuré en deux parties :

- Dans la première partie, une synthèse bibliographique de notre étude subdivisée en deux chapitres : le premier chapitre comporte une généralité sur le lait de chèvre et traiter leur composition, caractéristiques, et leur qualité nutritionnelle et hygiène de sa production. le deuxième chapitre nous informés sur les fromages traditionnels algérienne et en a plus détaillé sur le type *Djben* qui fait l'objet de notre étude.

- Et dans la deuxième partie, la partie expérimentale où nous avons analysé ce type de fromage, dans le but de connaitre ses paramètres physico-chimiques et sa qualité hygiénique et pour cela on a été amené à étudier le *Djben* traditionnel algérien fabriqué de lait de chèvre dans trois région de la wilaya de Tébessa (Tébessa chef-lieu, el-Hammamet et Cheria), suivi par les résultats et discussions des résultats obtenus et nous avons terminé par une conclusion.

# *CHAPITRE I :*

## *Généralité sur le lait de chèvre*

## **I. 1. Lait**

### **I. 1. 1. Définition générale du lait**

Le Codex *Alimentarius* (1999) définit le lait comme suit : « c'est la sécrétion mammaire normale d'un animal trait, obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans ajout ni suppression, destinée à la consommation sous forme de lait liquide ou à une transformation ultérieure. »

D'après Aboutayeb (2009), le lait est un liquide blanc, opaque au goût légèrement sucré. C'est un aliment complet et équilibré sécrété par les glandes mammaires des femelles et des mammifères femelles, assurant la nutrition des petits.

### **I. 1. 2. Définition du lait de chèvre**

Le lait de chèvre est le lait issu de la traite des chèvres femelle. Il se caractérise par une teneur élevée en matières grasses et est utilisé dans l'industrie fromagère (Rosario et *al.*, 2010). Le lait de chèvre est un aliment complet sur le plan nutritionnel et hautement nutritif avec des propriétés nutritionnelles et nutritives importantes, en particulier pour les humains (Boyaval et *al.*, 1999).

### **I. 1. 3. Composition du lait de chèvre**

Le lait de chèvre diffère du lait de vache et du lait humain par sa meilleure digestibilité, sa capacité tampon, son alcalinité et ses valeurs thérapeutiques (Sachin et *al.*, 2017).

#### **○ L'eau**

L'eau est l'un des éléments les plus importants du lait et elle domine car c'est le milieu solvant dans lequel les différents ingrédients et autres éléments existent dans un équilibre irréal. Le lait est ainsi un véritable milieu aqueux pour diverses molécules telles que le lactose et les ions, dont la phase laitière se caractérise par sa stabilité (Vignola, 2002).

#### **○ Matière grasse**

Les globules gras du lait de chèvre sont similaires à ceux du lait de vache dans la composition et les propriétés des lipides, mais le lait de chèvre manque d'agglutinine. Le diamètre moyen des globules dans le lait de chèvre est d'environ 1,5-2 µm contre 2,5-3,5 µm pour le lait de vache et le pourcentage de globules de moins de 1,5 µm est de 28% pour le lait

de chèvre contre 10% pour le lait de vache. La taille moyenne des globules gras est beaucoup plus petite dans le lait de chèvre environ 65 % des globules gras sont  $< 3 \mu\text{m}$  par rapport à celui du lait de vache. C'est pourquoi le lait de chèvre est considéré comme du lait "auto homogénéisé". En ce qui concerne les lipides libres, le lait de chèvre a des valeurs supérieures à celles du lait de vache. Le lait de chèvre contient trois acides gras supérieurs à celui du lait de vache (Sachin et *al.*, 2017).

#### ○ **Glucides**

Les glucides du lait représentent 4,7 g/l, et la quasi-totalité de ces glucides existe sous forme de lactose (Fredot, 2006). Ce dernier est le principal glucide libre qui a été identifié dans le lait de chèvre, bien que de petites quantités d'inositol soient également trouvées. La concentration de lactose est généralement inférieure à celle trouvée dans le lait de vache, mais l'ampleur de la différence est difficile à quantifier en raison de la variation des méthodes d'analyse employées. Un accord n'a pas été développé sur l'opportunité d'analyser le lactose sous forme non hydratée ou sous forme monohydratée, et cette eau d'hydratation est capable d'introduire une variation de cinq pourcent dans la concentration rapportée de la même quantité réelle de lactose. (Getaneh et *al.*, 2016).

#### ○ **Protéines**

Deux phases distinctes des protéines de lait sont une phase micellaire instable composée de caséine et une phase soluble composée de protéines de lactosérum. Le lait de chèvre contient moins de quantités de caséine  $\alpha_s$ , des quantités plus élevées de fractions de caséine  $\beta$  et des quantités presque égales de fractions de caséine  $k$  par rapport au lait de vache. La principale protéine du lait de vache est la caséine  $\alpha_{s1}$ , tandis que celle du lait de chèvre est la  $\beta$ -caséine. Le lait de chèvre contient également une quantité égale de caséine  $\alpha_{s1}$ , mais la quantité et les variantes génétiques diffèrent entre les populations de chèvres. Les micelles de caséine dans le lait de chèvre diffèrent de celles du lait de vache en ayant plus de  $\beta$ -caséine solubilisation, plus de calcium et de phosphore et moins de stabilité à la chaleur. Le lait de chèvre contient un niveau significativement plus faible de caséine  $\alpha_{s1}$ , un allergène majeur du lait bovin (Sachin et *al.*, 2017).

#### ○ **Minéraux**

Le lait de chèvre est plus minéralisé que le lait de vache et contient deux fois plus de chlore que le lait, il est plus riche en potassium et en calcium que le lait de vache. Le lait de

chèvre avait des pourcentages légèrement inférieurs de sodium et de citrate (tableau 1). Cependant, le lait de chèvre ne fournit pas tous les minéraux dont vous avez besoin au quotidien, notamment le fer (Desjeux, 1993).

**Tableau 1.** Composition du lait de chèvre en minéraux (mg/100g de lait) (Park et al., 2007)

Minéraux (mg)	Valeurs nutritionnelle en(mg)
Cl	150
Fe	0.07
Mg	16
Zn	0.56
Na	41
Ca	134
Mn	0.032
Cu	0.05
Se	1.33
K	181
S	28
I	0.022
P	121

#### ○ Vitamines

Le lait de chèvre contient des quantités plus élevées de vitamine A que le lait de vache (tableau 2). Parce que les chèvres convertissent tout  $\beta$ -carotène en vitamine A dans le lait, le lait caprin est plus blanc que le lait bovin. Le lait de chèvre fournit des quantités adéquates de vitamine A et de niacine, ainsi que des excès de thiamine, de riboflavine et de pantothénate pour un nourrisson humain. Si un nourrisson humain est nourri uniquement de lait de chèvre, le nourrisson est suralimenté en protéines, Ca, P, vitamine A, thiamine, la riboflavine, la niacine et le pantothénate en relation avec les exigences FAO-OMS. Les niveaux de vitamine B dans le lait de chèvre et de vache sont le résultat de la synthèse du rumen et sont quelque peu indépendants du régime alimentaire (Park et al., 2007).

**Tableau 2.** Composition du lait de chèvre en vitamines par rapport à 100g du lait (Park et *al.*, 2007)

Vitamines	Valeurs nutritionnelle
Vitamine A (IU)	185
Vitamine D (IU)	2.3
Thiamine (mg)	0.068
Riboflavine (mg)	0.21
Niacine (mg)	0.27
Acide Pantothénique (mg)	0.31
Vitamine B6 (mg)	0.046
Acide folique (µg)	1.0
Biotine (µg)	1.5
Vitamine B12 (µg)	0.065
Vitamine C (mg)	1.29

#### I. 1. 4. Qualité nutritionnelle de lait de chèvre

La composition du lait se caractérise par une nature et une forme très complexe de ses constituants ; ceux-ci sont particulièrement adaptés aux besoins nutritionnels et aux possibilités digestives des jeunes, où ils trouvent tous les éléments nécessaires à leur croissance (St-Gelais et *al.*, 2000). La composition moyenne du lait de chèvre est présentée dans le tableau 3 ci-après.

**Tableau 3.** La qualité nutritionnelle moyenne du lait de chèvre (valeurs moyennes par100g) (Yadav et *al.*, 2016)

Nutriment	Valeurs nutritionnelle
Eau (%)	87.5
Matière sèche totale(g)	12.2
Matière grasses(%)	4.0-4.5
Protéines (%)	3.2
Lactose (%)	4.6
Minéraux (%)	0.8
Énergie (Kcal)	70

#### I. 1. 5. Importance du lait de chèvre

Bien que le volume de production de lait de chèvre soit relativement faible dans l'offre mondiale totale de lait, l'élevage de chèvres a une importance économique significative dans les pays où les conditions climatiques ne sont pas favorables à l'élevage bovin. Le lait de

chèvre est l'aliment le plus complet connu qui soit un aliment naturel hautement compatible et nourrissant. Il est si hautement nutritif qu'il peut en fait servir de substitut à un repas. Il est également préféré en raison de sa faible teneur en matières grasses et de sa capacité à neutraliser les acides et les toxines présents dans le corps. Le lait de vache est une formation de mucus pour de nombreuses personnes; Cependant, le lait de chèvre ne forme pas seulement de mucus, mais aide en fait à neutraliser le mucus. Par contre, le lait de vache contient plus de vitamine B12 et beaucoup plus d'acide folique. Étant donné que le lait de chèvre contient moins de dix pour cent de la quantité d'acide folique contenue dans le lait de vache, il doit être complété par de l'acide folique. Pour cette raison, assurez-vous d'obtenir un lait de chèvre complété par de l'acide folique, ce que sont généralement les meilleures marques. La valeur nutritionnelle du lait de chèvre au-delà de la satisfaction des besoins nutritionnels quotidiens, il est particulièrement intéressant que le lait de chèvre possède des propriétés uniques, qui le distinguent du lait de vache et en font une alternative précieuse non seulement pour les nourrissons, mais aussi pour les adultes et surtout les mères allaitantes (Getaneh et *al.*, 2016).

### **I. 1. 6. Caractéristiques du lait de chèvre**

Le lait de chèvre est d'une couleur mate très blanche, avec un aspect propre et sans grumeaux grâce à l'absence de bêta-carotène dans la matière grasse. Il est plus blanc que les vaches car ils jaunissent le lait. Le carotène est un hydrocarbure insaturé, d'origine végétale, de couleur rouge, orange ou jaune, il existe dans les tomates, les carottes, les jaunes d'œufs, etc., et ils seront transformés en vitamine A chez les animaux. Il est plus visqueux que les bovins et ses globules gras sont plus petits que ceux des bovins et des ovins, mais plus nombreux. Une couleur blanc bleuâtre peut indiquer une couleur écrémée ou aqueuse, une couleur rougeâtre du colostrum peut être présente ou un problème pathologique chez l'animal. Le lait de chèvre fraîchement traité a une odeur très neutre, bien que le lait en fin de lactation puisse parfois avoir une odeur caractéristique due à l'acide caprique associé à l'animal. Il a une forte odeur, qui est le résultat de l'absorption de composés aromatiques lors de la transformation, souvent insuffisante, de la présence de taureaux dans la zone de traite, d'un mauvais assainissement dans la grange où le lait est conservé, des retards de filtration et de refroidissement de la traite. Le lait de chèvre a un goût sucré, une sensation agréable en bouche et très caractéristique (Bidot-Fernández, 2017).

D'après Zantar et *al.* (2016) (Tableau 4), il ressort que les acides gras majoritaires en proportions sont les C16 qui représentent 27% suivi de l'acide gras insaturé C18: 1 (14%).

Les moins représentés des acides gras sont les C4 : 0 (1,37%), C6 : 0 (2,25%) et C8 : 0 (3%). Le profil général des acides gras dans le lait de chèvre locale est le suivant : acides gras à courtes chaînes (C4 à C12) : 24% ; moyennes chaînes (C14 à C16) : 37%; longues chaînes ( $\geq$  C18) : 23%. Le lait produit présente 70% en proportions en acides gras saturés (AGS). Parmi les acides gras saturés, le plus abondant est l'acide palmitique C16 : 0 (27,20%) suivi par de l'acide caprique C10 : 0 (11,18%), l'acide myristique C14 : 0 (10,49%) et l'acide stéarique C18 : 0 (8,6%). Les moins représentés des acides gras sont les C4 : 0, C6 : 0 et C8 : 0.

**Tableau 4.** La composition nutritionnelle du lait de chèvre en acides gras(%) (Zantar et *al.*, 2016).

Type d'acide gras	Valeurs en %
C4: 0	1,37
C6: 0	2,25
C8: 0	3,00
C10: 0	11,78
C12: 0	5,83
C14: 0	10,49
C16: 0	27,20
C18: 0	8,06
C18: 1	14,83
Chaines courtes	24,25
Chaines moyennes	37,69
Chaines longues	22,89
Chaines saturées	70,00
Rapport saturées/insaturées	5,04

### I. 1. 7. Hygiène de la production du lait de chèvre

Compte tenu de la conduite de l'élevage qui est presque exclusivement de type extensif, l'hygiène de la production du lait repose essentiellement sur les mesures sanitaires à prendre au niveau de l'animal et pendant la traite. Les maladies qui touchent le cheptel laitier caprin sont principalement (El-Marrakchi et Hamama, 1996) :

- **La brucellose** : est une maladie contagieuse due à *Brucella melitensis* et se traduit cliniquement pour un avortement épizootique. En tant que zoonose majeure, elle constitue

l'exemple type de maladie transmissible à l'homme par ingestion du lait et des produits laitiers d'origine caprine. En raison de la gravité de cette zoonose, la plupart des pays ont pris des mesures réglementaires pour prévenir la maladie chez l'homme.

- **La listériose animale** : est due à *Listeria monocytogenes*. Cette maladie qui se traduit par un avortement collectif est d'autant plus grave qu'elle peut s'accompagner d'une inflammation de la mamelle avec élimination massive du germe par le lait. Chez l'homme, elle se traduit par une septicémie, un avortement chez la femme, une atteinte néonatale du nourrisson avec parfois une mortalité qui peut toucher 40% des individus. L'ensilage défectueux associé à une mauvaise hygiène de la traite constitue les causes majeures de la présence de *Listeria* dans le lait. En cas d'atteinte mammaire, l'élimination par le lait peut atteindre des proportions alarmantes. C'est pourquoi le dépistage des chèvres excrétrices est d'une importance capitale.
- **Les mammites** constituent sur le plan économique une atteinte grave de la mamelle, car le lait obtenu devient impropre à l'utilisation en fromagerie. De plus, son ingestion peut occasionner des troubles parfois aigus chez le consommateur.

#### 1.1.8. Contamination du lait de chèvre :

La présence inévitable des germes précédents est due à des contaminations d'origine intra-mammaire et extra-mammaire qu'il est nécessaire de limiter le plus possible en raison du rôle néfaste qu'elles peuvent avoir sur la conservation du lait et sur la qualité et le rendement des produits fabriqués (Weber, 2011) :

- **Contamination intra-mammaire**

A la sortie de la mamelle, même lorsque celle-ci est saine et que la traite est effectuée dans des conditions rigoureuses d'hygiène, le lait contient habituellement une centaine à quelques milliers de bactéries par ml. Il s'agit de germes banaux appartenant le plus souvent aux genres *Corynebacterium* et *Micrococcus* et parfois de germes pathogènes. Ils proviennent du milieu extérieur d'où ils pénètrent dans la mamelle par le canal du trayon. Ils sont entraînés avec le lait au moment de la mulsion. A cette contamination par voie ascendante peut s'ajouter contamination par voie endogène. Elle est constituée par une des germes pathogènes infectant l'animal. Ils parviennent dans la mamelle par la circulation sanguine. C'est, par exemple, le cas pour les agents de la brucellose et de la tuberculose.

**○ Contamination extra-mammaire**

Au cours des opérations de traite, le lait reçoit un second apport de microorganismes d'espèces variées dont le nombre est habituellement très supérieur à celui dû à la contamination d'origine intra-mammaire. L'importance de cet apport varie considérablement en fonction des conditions d'hygiène de la traite et de l'étable. Elle est notamment liée à la propriété du trayeur et de l'animal (notamment de la peau de la mamelle), à l'état du milieu ambiant (poussières diverses, débris alimentaires, poils, insectes, *etc.*), à la propreté du matériel de traite et de récolte du lait et à la qualité bactériologique de l'eau utilisée pour son nettoyage et son rinçage. Les ustensiles en contact avec le lait et la machine à traire mal nettoyée sont notamment à l'origine de la très forte charge microbienne des laits.

**I.1.8. Prévention du lait contre la contamination**

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2023), La prévention de cette contamination consiste à:

- ✓ L'utilisation des produits destinés à l'alimentation animale sûrs en s'assurant à ce que les aliments destinés aux animaux n'entraînent pas l'introduction de contaminants, tels que les aflatoxines ou de résidus, susceptibles d'être transférés dans le lait ;
- ✓ Le respect des bonnes pratiques d'élevage en mettre en pratique des mesures d'hygiène, de biosécurité et de gestion de la santé des troupeaux sur l'exploitation ;
- ✓ La prévention et le maîtrise les mastites par l'analyse le lait régulièrement afin de détecter et maîtriser les mastites, aussi en tester toujours le lait des animaux dont venir de faire l'acquisition afin d'empêcher la propagation des maladies ;
- ✓ Le nettoyage des mamelles avant la traite ;
- ✓ Appliquez de bonnes pratiques d'hygiène :
  - L'application des bonnes pratiques d'hygiène à partir de le Lavage des mains à l'eau et au savon après être allé aux toilettes ou manipulé des animaux ou du fumier.
  - Une bonne hygiène des mamelles garantit que la qualité du lait ne soit pas affectée par des trayons souillés en utilisant du matériel et des installations de traite et de stockage propres.
  - Nettoyez et désinfectez le matériel de traite et assurez-en l'entretien régulier et garder la zone de traite propre et assurer du bon entretien et de la propreté des récipients de stockage.



*CHAPITRE II :*  
*FROMAGE*  
*TRADITIONNEL*  
*"DJBEN"*

**II.1. Généralité sur le fromage**

La consommation de produits laitiers est une tradition ancienne liée à l'élevage, puisque les produits laitiers sont fabriqués au moyen d'anciens procédés artisanaux, en utilisant du lait ou des mélanges de lait de différentes espèces. Il existe une grande variété de produits laitiers artisanaux (issus du terroir), leur dénomination ainsi que leur procédé de fabrication différant d'une région à l'autre. Ces produits diffèrent également par leur goût et leur consistance. Selon Fox et McSweeney (2004), le mot « fromage » vient du latin « *formaticus* » qui signifie « ce qui est fait sous une forme ». Les premières traces de l'élevage laitier remontent à 10 000 ans au Moyen-Orient. La découverte d'ustensiles et de récipients utilisés dans la fabrication du fromage lors des nombreuses fouilles archéologiques qui ont eu lieu dans le monde, et en particulier en Egypte, en Mésopotamie, ou dans le bassin méditerranéen, a témoigné de l'utilisation très ancienne de ces fermentations (Benamara et *al.*, 2016).

**II.2. Définition et classification du fromage**

La norme FAO/OMS n° A-6 (1990) donne la définition de fromage suivante: « Le fromage est le produit frais ou affiné, solide ou semi-solide, dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine n'excède pas celui du lait, obtenu:

- par coagulation du lait, lait écrémé, lait partiellement écrémé, crème de lactosérum ou babeurre, seul ou en combinaisons, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés, et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation;
- par l'emploi de techniques de fabrication entraînant la coagulation du lait et/ou des matières obtenues à partir de lait, présentant des caractères physiques, chimiques et organoleptiques similaires à ceux du produit défini plus haut.»

Selon cette même norme le fromage est classé en trois classes:

- Le fromage «affiné» est celui qui n'est pas prêt à la consommation immédiatement après la fabrication, qui doit être maintenu pendant un certain temps à la température et dans les conditions nécessaires pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du fromage.

- Le fromage «affiné aux moisissures» est celui dont l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques dans la masse et/ou sur la surface du fromage.
- Le fromage «frais ou non affiné» est du fromage qui est prêt à la consommation peu de temps après la fabrication.

### **II.3. Filière du fromage traditionnel en Algérie**

Les produits laitiers traditionnels Algériens contrairement à la croyance populaire, l'Algérie a des traditions bien établies de fabrication de produits laitiers même si l'activité est limitée à la sphère domestique. Les produits laitiers traditionnels, à forte valeur culturelle, médicinale et économique, sont le produit historique du dynamisme social et économique des communautés rurales de femmes. Malgré leur ancrage dans la tradition culinaire algérienne et leur capacité à exploiter les ressources naturelles des régions défavorisées, ces produits évoluent en marge des politiques de développement mises en œuvre en Algérie. En Algérie, les fromages traditionnels sont presque toujours produits à petite échelle locale, ce qui explique qu'ils soient trop souvent inconnus des consommateurs plus éloignés. Par conséquent, ils sont moins populaires que les fromages industriels. À l'heure actuelle, environ dix fromages traditionnels ont été identifiés dans ce pays, mais beaucoup d'autres doivent encore être caractérisés (Benamara *et al.*, 2016 et Aissaoui *et al.*, 2006).

### **II.4. Type des fromages traditionnels en Algérie**

Le fromage est le groupe de produits laitiers le plus important et le plus diversifié. Leur production artisanale est fortement liée au terroir. Les fromages traditionnels sont des biens culturels qui méritent d'être étudiés, caractérisés et protégés. Certains fromages sont connus, fabriqués et consommés jusqu'à nos jours, tandis que d'autres sont malheureusement menacés pour diverses raisons, à savoir l'indisponibilité du fourrage, l'exode rural et le changement des habitudes alimentaires. Les fromages traditionnels Algériens sont répartis en quatre catégories principales, à savoir les fromages frais, les fromages affinés, les fromages fondus et les fromages à pâte dure. Il existe plusieurs types du fromage traditionnel (Leksir *et al.*, 2019 ; Tabèche, 2009) :

- **Fromage « Djben »**

Le fromage « Djben » est fabriqué avec du lait cru de brebis ou de chèvre, spontanément acidifié et coagulé par des enzymes coagulantes d'origine végétale à

partir de fleurs de cardon , un sauvage épineux plante , artichaut ou graines de citrouille. Les fleurs entières sont macérées dans le lait. La plante est utilisée pour accélérer la coagulation et donner un goût au fromage. Le fromage obtenu dans d'autres pays arabes correspond au fromage nommé « Jibneh Beida ».Enfin, un troisième procédé technologique, utilisant de la présure animale, du lait de vache et des ferments acidifiants, est utilisé industriellement. Selon la région, le « Djben » peut être salé puis égoutté pendant 10 jours, ou non salé et égoutté pendant moins de 4 jours.

- **Fromage« Ighounane »**

Le fromage « Ighounane » est un fromage fabriqué dans les hauteurs du Djurdjura en Kabylie à partir de colostrum (le premier lait de vache mettait bas); la préparation du fromage « Ighounane » est faite dans des ustensiles en terre cuite enduits d'huile d'olive dans lesquels une petite quantité d'eau salée est versée, puis le lait est chauffé et coagulé. Le caillé formé est coupé pour continuer à drainer et est ensuite consommé tel quel.



**Figure 01.** fromage traditionnel « Ighounane »(Tabèche., 2009).

- **Fromage « Aghoughlou »**

Le fromage « Aghoughlou » est un fromage fabriqué en Kabylie, obtenu à partir de lait frais de vache ou de chèvre coagulé par le latex de figuier (*Ficus carica*). Le caillé obtenu est consommé frais.



**Figure 02.**Fromage traditionnel « Aghoughlou » (Tabèche., 2009).

- **Fromage « Mechouna »**

Le fromage « Mechouna » est un fromage traditionnellement préparé avec du lait de chèvre ou de vache. Il peut être considéré comme un fromage à pâte molle fraîche. Le processus commence par le traitement thermique du lait jusqu'à ébullition. Le fromage est récupéré et conservé dans des récipients en verre frais. La conservation de ce fromage ne doit pas dépasser six jours.

- **Fromage « Kemariya » ou « Takemmarite »**

C'est un fromage traditionnel fabriqué uniquement à partir de lait de chèvre, et il est fabriqué par les femmes selon des méthodes traditionnelles dans les régions de « M'zab » en particulier dans les wilayas de Ghardaïa et Naama. Le fromage « Kemariya » est un fromage qui est souvent consommé comme dessert pendant les saisons festives avec du miel, des arachides, et servi avec du thé à la menthe. Il est coagulé par la présure végétale ou animale et il est également fabriqué à partir de lait de vache et de chamelle

- **Fromage « Klila frais »**

Le fromage traditionnel « Klila frais » est fabriqué à partir de « Lben ». Ce dernier est chauffé modérément (55–75°C) jusqu'à ce que le lactosérum soit séparé; le coagulum obtenu, appelé « Klila », fabriqué dans plusieurs régions d'Algérie, est consommé comme fromage frais après égouttage naturel.



**Figure 03.** Fromage traditionnel « klila » (Leksiretal.,2019)

- **Fromage « Bouhazza affiné »**

C'est un fromage traditionnel affiné à pâte molle des régions orientales de l'Algérie autrefois célèbre en raison d'une pratique importante de l'élevage extensif de chèvres et de moutons. À l'origine, le fromage « Bouhazza » était traditionnellement le produit de la transformation du lait de chèvre et des brebis, mais la tendance actuelle semble aller vers

l'utilisation de lait de vache. Le drainage, le salage et l'affinage de la bouhazza sont effectués simultanément dans la « Chekoua » pendant une période de 2 à 3 mois.



**Figure 04** : fromage « Bouhazza » (Aissaoui et *al.*, 2006).

○ **Fromage fondu « Imdeghest » ou « Medghissa »**

Le fromage « Imdeghest » ou « Medghissa » est un fromage fondu de la région de Chaouia (Nord-Est de l'Algérie), préparé en cuisant « Klila » demi-sec dans du lait entier de vache, de chèvre ou de brebis, à feu doux. La « Medghissa » est consommée comme collation et appréciée pour son élasticité.

### **II.5. Fromage traditionnel djben**

Le « Djben » est un fromage à pâte molle traditionnellement fabriqué avec du lait cru de vache, de chèvre ou de brebis dans certaines régions de l'extrême Nord-Est de l'Algérie. La fabrication de « Djben » impliquant la coagulation et le drainage (Benheddi et Hellal, 2019 et Mechai et *al.*, 2014).

### **II.6. Méthodes de fabrication du « Djben »**

Le « Djben » est le produit obtenu après caillage du lait cru par voie de fermentation végétale par l'utilisation de certain plante, comme les grains de l'artichaut, celles du cardon, ou des grains de citrouille ou du lait de figuier, ce qui distingue ce fromage des autre fromages de fabrication traditionnelle, dont la technique de fermentation utilisée recourt à la présure animale (Djoughri et Madani, 2015).

#### **II.6.1. Technologie traditionnelle**

La fabrication d'un fromage frais, selon les méthodes traditionnelles comprend trois étapes successives : la maturation, la coagulation et l'égouttage (Bouadjaib, 2013).

Dans les procédures traditionnelles de préparation du « Djben », le lait cru de vache ou de chèvre est utilisé. Celui-ci est tout d'abord filtré afin d'éliminer les impuretés qu'il peut contenir, puis il est mis soit dans une peau de chèvre « Chekoua » ou bien dans une jarre en terre cuite, pendant une durée de 24 à 48h, en fonction de la saison et de la température. Après coagulation du lait, on procède à l'égouttage du coagulum qui est versé dans des sacs de toile fine. Ces sacs sont ensuite suspendus pour laisser s'échapper le lactosérum à température ambiante. La durée de l'exposition du caillé à l'air dépend de la consistance de la pâte désirée. Généralement, la pâte obtenue est purement lactique et elle est souvent mal soudée et très humide (El Marrakchi et Hamama, 1996).

### **II.6.2. Technologie semi-industrielle**

La consommation accrue du « Djben » dans les centres urbains a conduit certaines unités fromagères à introduire des améliorations dans leur préparation. Le but étant d'augmenter les quantités produites et de réduire les durées de fabrication. Les améliorations apportées sont, cependant, variables d'un producteur à l'autre. Certains fabricants continuent d'utiliser du lait cru, mais la coagulation du lait n'est plus spontanée, elle est obtenue par l'emploi de la présure, ce qui permet de gagner du temps. Le lait subit avant l'emprésurage un chauffage modéré (40 à 50°C) pour favoriser l'action de la présure surtout en saison froide. D'autres fromagers, travaillent avec du lait pasteurisé et utilisent par conséquent, pour la coagulation et l'acidification du lait, de la présure et des ferments lactiques mésophiles du commerce, ou parfois utilisent des levains naturels provenant de leur propre lait. Dans la plupart de ces ateliers de fabrication du fromage frais, il y a emploi de plus en plus de matériel et ustensiles laitiers modernes en matières plastiques ou en aluminium (cuve de coagulation, table spéciale d'égouttage, moules de différents taille, système de chauffage du lait, incubateurs, réfrigérateurs,...). Le produit fini est conditionné le plus souvent dans un emballage en papier avant sa commercialisation (El Marrakchi et Hamama, 1996 ; Ennahdi, 1980).

### **II.7. Enzymes coagulants de lait**

Les enzymes de coagulation sont une nécessité absolue pour la production de variétés de fromage affinées. Les types d'enzymes les plus importants, qui sont la présure animale, la chymosine génétiquement modifiée, les coagulants d'origine microbienne et les enzymes de coagulation d'origine végétale (Jacob *et al.*, 2010) :

### II.7.1. Enzymes coagulants d'origine animale

La présure animale est traditionnellement fabriquée par extraction de la caillette, le quatrième estomac, de jeunes ruminants abattu avant sevrage, principalement de veaux (Jacob et *al.*, 2010).

Il est constitué de deux fractions actives, l'une majeure, la chymosine, l'autre, mineure, la pepsine dans un rapport de masse de chymosine active. Ses propriétés enzymatiques la font classées parmi les endopeptidases, qui sont à l'origine de la coagulation présure du lait (Veisseyre, 1979). La chymosine possède une activité protéolytique générale faible pendant l'affinage du fromage. L'activité optimale de la présure se situe dans un intervalle de pH de 5 à 5,5 et à la température de 42°C.

### II.7. 2. Enzymes coagulants d'origine végétale

Plusieurs espèces végétales comme par exemple *Cynaracardunculus* L. est utilisé comme source de coagulants ; les extraits aqueux pour la coagulation sont fréquemment préparés au jour à partir de fleurs séchées au soleil. Les variations de l'activité enzymatique et du temps de coagulation sont gérables dans les petites unités de fabrication du fromage, mais difficiles à gérer dans l'automatisation des processus. Ces résultats pourraient être pertinents pour optimiser et normaliser la production de coagulants végétaux pour la fabrication de fromage à grande échelle. Une autre alternative évoquée est l'utilisation de la cyprosinine recombinante qui, comme la chymosine transgénique, peut être produite par des micro-organismes ainsi que dans des cellules végétales et a déjà été appliquée pour la fabrication du fromage (Jacob *et al.*, 2010).

### II.7.3. Chymosine génétiquement modifiée

En 1990, la version recombinante de la chymosine de veau, généralement appelée chymosine produite par fermentation, a été le premier auxiliaire technologique pour la transformation des aliments produit avec la technologie de l'ADN recombinant qui a été enregistré par les États-Unis. La chymosine recombinante de *Bos Taurus* est de loin l'enzyme de coagulation génétiquement modifiée la plus importante. Après clonage de la préprochymosine ou de l'ADNc de la prochymosine, des bactéries, des levures ou des champignons filamenteux ont servi d'hôtes pour l'expression enzymatique recombinante.

**II.7.4. Enzymes coagulants d'origine microbienne**

La protéase aspartique produite par *R.* Cette protéase est le coagulant microbien le plus couramment utilisé pour la production de fromage et disponible dans le commerce à différents niveaux de thermostabilité et de pureté. Après la purification, des modifications chimiques sont généralement appliquées pour diminuer la thermostabilité des protéases fongiques *Mucopusillus* protéase. Le traitement avec un copolymère éthylène /anhydride maléique a conduit à la modification des groupes e-amino et, outre la thermostabilité, a diminué le rapport de la coagulation du lait à l'activité protéolytique de *Rhizomucormiehei* protéase.

**II.8. Propriétés organoleptiques du fromage**

Les changements majeurs qui se produisent pendant la fabrication du fromage affecte principalement l'apparence et la saveur du fromage. En effet, la dégradation des composants par les micro-organismes, en particulier les protéines et les graisses, produisent l'arôme, goût et aspect du fromage (Walstra et *al.*, 2006).

La qualité organoleptique d'un aliment est son aptitude à satisfaire les organes des sens (Lefebvre et Bassereau, 2003).

Les propriétés organoleptiques c'est-à-dire le goût et l'arôme ainsi que la consistance (texture) font partie des critères de qualité les plus importants des près de 450 différents sortes de fromages et représentent souvent un critère de choix décisif pour les consommateurs.

- **Aspect**

La couleur des produits laitiers comme le beurre et le fromage est causée par des pigments liposolubles, en particulier les caroténoïdes, non synthétisés par les animaux mais par surtout le pâturage des ruminants par la consommation de différents espèces végétales (Martin et *al.*, 2009 et Fox et McSweeney, 1998).

- **Arome**

La fermentation lactique est responsable du caractère acide de presque tous les aliments divers fromages. Dans le fromage frais, les composés aromatiques des exemples de diacétyle formé par des bactéries peuvent être trouvés dans formation d'arômes (Walstra et *al.*, 2006).

L'arôme caractéristique d'une sorte de fromage est un mélange complexe de composés chimiques odorants et gustatifs. En ce qui concerne la formation de l'arôme, ce sont surtout des bactéries, présentes de manière naturelle dans le lait, qui en sont responsables dans le lait ou qui sont ajoutées en tant que culture bactérienne pendant la fabrication du fromage. La température et l'humidité pendant la période de maturation déterminent quels types de bactéries sont favorisés pendant la maturation du fromage et ainsi quel mélange de substances aromatiques est produit.

- **Texture**

L'évaluation sensorielle des propriétés de la texture du fromage joue également un rôle important dans ce domaine. Mordre dans un fromage et mâcher un morceau permet de se prononcer par rapport à sa fermeté, sa friabilité ou son élasticité en bouche. Le développement et la fabrication de cultures bactériennes pour la branche fromagère suisse possède une longue tradition chez Agroscope. Les problématiques comme par exemple la manière dont les bactéries influencent les propriétés organoleptiques perceptibles du fromage et d'autres produits laitiers figurent au premier plan. (Agnieszka *et al.*, 2021)

## **II.9. Qualité de djben**

Selon AFNOR (2007), la qualité de l'alimentation est sa capacité à satisfaire la demande consommateur. C'est aussi un ensemble d'attributs et de caractéristique capacité d'un produit à répondre aux besoins exprimés par tous les utilisateurs.

### **II.9.1. Qualité nutritionnelle**

La composition du fromage, aliment très digeste, le rend idéal pour tous les groupes d'âge. Chez les enfants et les adolescents ayant des besoins élevés en calcium élevé (environ 800mg par jour), il est recommandé de choisir du fromage plus riche en calcium. En ce qui concerne la couverture des besoins en vitamines chez l'adulte, l'estimation des produits laitiers fournissent 15 % des besoins en vitamine A, 10 % en thiamine, 40 % Riboflavine, 30 % de niacine et 25 % de vitamine B12 (Dillon et Berthlier, 1997). Chez les personnes âgées, le fromage est souvent facilement accepté et constitue une excellente source de calcium et de protéines de haute valeur biologique.

○ **Nutriments**

La plupart des fromages se distinguent par leurs teneurs en protéines, minéraux et oligo-éléments et vitamines. On trouve également dans les fromages :

- De la vitamine B9, aussi appelée acide folique. Elle intervient dans la fabrication et la transformation des protéines.
- De la vitamine A : elle est présente dans les matières grasses du lait, les fromages, le beurre et la crème.

○ **Valeur énergétique**

Celle-ci peut varier de 50 kcal pour une portion de 100 g de fromage blanc à 0%, à 90kcal pour une part de fromage à pâte pressée.

○ **La matière grasse**

L'affichage de la teneur en matière grasse des fromages a longtemps induit les consommateurs en erreur. Depuis 2007, la législation permet d'indiquer la teneur en matière grasse sur produit fini, soit tel que consommés. La teneur indiquée correspond à 100 g de fromage. Or une portion raisonnable de fromage après le repas est estimée à environ 30 g. (ECK, 1987). Finalement, on trouve seulement 0 à 9 g de matières grasses par portion selon le fromage.

*MATERIELS ET  
METHODES*

## 1. Objectif de l'étude

L'objectif de notre étude consiste à évaluer la qualité physico-chimique et la qualité hygiénique de trois échantillons d'un fromage traditionnel «*Djben* », préparés à partir de lait de chèvre, commercialisés dans de wilaya de Tébessa.

Notre travail est structuré en deux parties :

- **Première partie**, porte sur l'étude de la qualité physico-chimique de trois échantillons de fromage traditionnel «*Djben* », préparés à partir de lait de chèvre, mises sur le marché de wilaya de Tébessa. Elle comporte les paramètres suivants: le pH, l'acidité titrable et l'extrait sec.
- **Deuxième partie**, porte sur l'étude de la qualité hygiénique des mêmes trois échantillons de fromage traditionnel «*Djben* ». Elle comporte la recherche et dénombrement de : la flore totale aérobie mésophile (FTAM), les coliforme totaux et coliforme fécaux, les *Clostridium* sulfito-réducteur (CSR), les levures et les moisissures.

## 2. Lieu de l'étude

Le présent travail a été réalisé au niveau de laboratoire pédagogique de contrôle de qualité- Département de biologie appliquée, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie- Université de "Echahid Cheikh Larbi Tébessi"- Tébessa.

### 2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé pour notre étude est représenté par des fromages traditionnels «*Djben* », préparés à partir de lait de chèvre, mises sur le marché de trois régions de wilaya de Tébessa : Chef-lieu Tébessa, Chéria et El-Hammamet. Les échantillons sont choisis d'une manière aléatoire.

### 2.2. Prélèvement et transport

Trois échantillons de fromage traditionnels «*Djben* » issues de lait de chèvre ont été prélevés d'une manière aléatoire de fabricant-vendeur du fromage. Les prélèvements de ces derniers sont réalisés après désinfection des matériels utilisés, et les échantillons sont emballés individuellement dans des sachets stériles (figure 05, 06 et 07).

Comme étant périssable, le fromage nécessite donc un transport accompli dans un système réfrigérant. En effet, les échantillons sont maintenus sous froid dans un système réfrigérant (une glacière iso-thermique) et rapidement transférée vers le laboratoire.



**Figure 05.** Echantillon 1 prélevé de la région de Tébessa.



**Figure 06.** Echantillon 2 prélevé de la région de Chéria -wilaya de Tébessa.



**Figure07.** Echantillon prélevé de la région d'El-Hammamet wilaya de Tébessa

**3. Evaluation de la qualité physico-chimique****3. 1. Détermination du pH****➤ Objectif**

La valeur du pH est un paramètre très important car il fournit de nombreuses informations sur la fraîcheur ou la stabilité du lait et des produits laitiers (Mathieu, 1998).

**➤ Principe**

C'est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une solution et son but est de déterminer quantitativement l'acidité ou l'alcalinité de cette solution (Rodier et Bazin, 1997). Une fois les échantillons de fromage arrivés au laboratoire, le pH est mesuré par électrométrie à l'aide d'un pH-mètre (AFNOR, 1980).

**➤ Mode opératoire**

Après avoir calibré le pH-mètre avec les solutions tampons (pH = 4 et pH = 7), nous avons immergé les électrodes du pH-mètre dans la solution mère de chaque échantillon de fromage "Djben" traditionnel. Une fois stabilisés, les résultats s'affichent automatiquement sur l'écran de l'appareil (Kiepmtoire, 2003).

**➤ Expression des résultats**

La lecture du pH se fait directement sur l'écran du pH-mètre.

**3. 2. Détermination d'acidité titrable****➤ Objectif**

L'acidité titrable mesure tous les ions  $H^+$  disponibles dans un milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité formée), et reflète les composés acides en solution. L'acidité nous indique l'état du produit, La valeur en acidité titrable exprimée en degré Dornic ( $^{\circ}D$ ), est donnée par l'expression suivante :  $1^{\circ}D = 0,1 \text{ ml de NaOH à } N/9$  (Bonder et Silvestre, 2005).

**➤ Principe**

La mesure de l'acidité titrable, est exprimée en degré Dornic ( $^{\circ}D$ ), et la quantité d'acide lactique contenue dans le fromage traditionnel « Djben ». Son principe repose sur le

titrage de l'acidité avec une solution alcaline de soude (NaOH) de 0,1N en présence d'un indicateur de couleur « phénolphthaléine à 1% d'alcool » (Larpent, 1997).

➤ **Mode opératoire**

Dans un Erlenmeyer, on verse, à l'aide d'une pipette 10 ml de solution mère et quelques gouttes de l'indicateur coloré phénolphthaléine (100µl) à 1% d'alcool. Au moyen d'une burette, un volume nécessaire de solution alcaline est versée goutte a goutte avec une agitation, jusqu'à l'obtention d'un virage rose claire. On arrête le titrage et on prélève le volume de chute de burette.

➤ **Expression des résultats**

L'acidité en degré Dornic (°D) est exprimée comme suite :

$$\text{Acidité (°D)} = V \times 10$$

Avec :

**V** : volume de la chute de burette en ml.

### **3. 3. Détermination de l'extrait sec total (EST)**

➤ **Objectif**

C'est la méthode qui permet d'obtenir des matériaux restant après le séchage total de l'échantillon ; le séchage d'échantillon se fait dans une étuve à 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant (Gaddour et *al.*, 2013).

➤ **Principe**

La matière sèche du fromage désigne le résidu solide complètement déshydraté et constitué principalement de matières protéiques et de matières grasses. La matière sèche, ainsi définie, est déterminée en chauffant des prises d'essai pesées sèches dans un four réglé à 102°C et en les mélangeant avec du sable (JORA N° 25, 2014).

➤ **Mode opératoire**

La méthode consisté à nous pesons les capsules vides, puis on y place 3g de notre échantillon de fromage frais dans la capsule et peser à nouveau. Mettre les capsules dans une étuve à 105°C pendant 3 heures. A la sortie de l'étuve, placer les capsules dans un

dessiccateur pour éliminer la vapeur restante. Après, on repese la capsule pour calculer la teneur en matière sèche.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en grammes par litre (g/l) selon la formule suivante :

$$\text{EST} = (\text{P1-P0}) \times 1000/\text{P} \text{ (g/l)}$$

P0 : poids de la capsule vide

P1 : poids de la capsule et du produit après cuisson à la vapeur

P : poids du produit avant cuisson à la vapeur (sans capsules)

#### **4. Évaluation de la qualité hygiénique**

##### **4. 1. Préparation de la suspension mère et les dilutions décimales**

- **Préparation de la suspension mère**

La suspension mère est la première dilution préparée à partir du fromage traditionnel « *Djben* ». 10 g de fromage sont placés dans fiole erlenmeyer stérile contenant 90 ml d'eau physiologique stérile, le mélange est bien agité. Cette solution homogène est la suspension mère et donc c'est la dilution 1/10(10<sup>-1</sup>).

- **Préparation des dilutions décimales**

A partir de la solution mère, 1ml est introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile à l'aide d'une pipette graduée stérile, c'est la dilution 1/100 (10<sup>-2</sup>). La dilution 1/1000 (10<sup>-3</sup>) sera préparée de la même façon mais à partir de la dilution précédente. A partir de la dilution 10<sup>-3</sup> en doit préparer la dilution 10<sup>-4</sup> et à partir de cette dilution en doit préparer la dilution 10<sup>-5</sup> jusqu'à 10<sup>-7</sup>.

##### **4.2. Recherche et dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

La flore aérobie mésophile générale (FTAM) est un bon indicateur de la qualité globale et de la stabilité du produit, indiquant ainsi la fraîcheur ou la qualité hygiénique du produit (Guiraud, 1998). Il représente une partie de la flore du produit et décrit bien le degré de contamination (Brange et *al.*, 2007).

- **Ensemencement et incubation**

Utiliser une pipette stérile pour placer 1 ml des dilutions décimales de chaque échantillon dans une boîte de Pétri stérile. Verser 15 ml de milieu PCA refroidi à 45 °C dans chaque boîte de Pétri. Bien mélanger l'inoculum avec le milieu en effectuant un mouvement de " huit " sur une surface plane et froide et laisser la plaque se solidifier sur le banc. Après solidification, les boîtes ainsi préparées ont été incubées tête en bas dans une étuve réglée à 30°C pendant 72 h (Guiraud, 2003).

- **Lecture**

Selon la norme Française XPV08-102, chaque boîte retenue devra contenir au plus 15 colonies et au moins 300 colonies. Le comptage est effectué manuellement à l'œil nu de colonies après la période d'incubation.

Le nombre total de bactéries retenues est la moyenne arithmétique du nombre de bactéries retrouvées dans les différentes dilutions. Les résultats sont exprimés en unités formant colonies (UFC) par gramme de fromage fais analyser.

#### **4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

Selon la norme internationale, les coliformes sont des bactéries qui à la température spécifique, forment des colonies caractéristiques dans la gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL). Lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique (Guiraud, 2003).

- **Ensemencement et incubation**

Prélever 1 ml de la solution mère ou de la dilution décimale et verser dans une boîte de Pétri stérile avec une pipette stérile. Verser 15 ml de milieu VRBL refroidi à 45 °C dans chaque boîte de Pétri. Bien mélanger l'inoculum avec le milieu en utilisant des mouvements circulaires et "d'avant en arrière" ou "en huit" sur une surface plane et fraîche. Après solidification, les boîtes ainsi préparées ont été incubées tête en bas dans deux étuves, l'une à 37°C pour les coliformes totaux et l'autre à 44°C pour les coliformes fécaux, pendant 24 h (Pointurier, 2003).

- **Lecture et interprétation**

Le dénombrement des coliformes totaux et fécaux ont été faites par comptage des colonies sur milieux solides selon la norme française NF V 08-060.

#### **4.4. Dénombrement des levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont des contaminants et des dégradants alimentaires. Les levures sont des champignons unicellulaires tandis que les moisissures sont des champignons filamenteux unicellulaires ou multicellulaires. Le but de cette analyse était d'identifier les genres et espèces capables de se développer dans les spécialités fromagères sans inoculation. Les levures provoquent des altérations du produit final (mauvaise odeur, gonflement du produit ou de son emballage, etc.). La moisissure est un minuscule champignon qui se développe sur les surfaces ou dans les pièces intérieures ventilées. Les aliments sont un substrat très favorable à leur développement et ces microorganismes peuvent se dégrader par mauvaise apparence, mauvais goût ou pire, production de mycotoxines. (Caghanier, 1998).

- **Ensemencement et incubation**

Compter les levures et les moisissures à la surface, déposer 0,1 ml des dilutions de chaque échantillon du fromage traditionnel au centre de la gélose Sabouraud (gélose oxytétracycline dextrose) après solidification. Par la suite, nous avons étalés l'inoculum sur toute surface de la gélose (JORA n°36, 2017). Une boîte a été incubée avec le milieu utilisé tel quel, au même endroit et dans les mêmes conditions de température, constituant le témoin du milieu. Les comptages ont été effectués après 3 à 5 jours d'incubation à 25°C. Nous prenons en compte le calcul séparé de la levure et de la moisissure (Lebres et *al.*, 2002).

- **Lecture**

Prenez des lectures et des comptages quotidiens, séparez pour les levures et séparez pour les moisissures, pour surveiller le développement et éviter l'infestation (NF V 08-059).

#### **4.5. Dénombrement des clostridium Sulfito-réducteur (CSR)**

Les bactéries anaérobies *Clostridium* Sulfito-Réducteur (CSR) sont un groupe de bactéries qui se développent uniquement dans des conditions anoxiques et ont des propriétés biochimiques spécifiques, notamment la production de sulfure d'hydrogène. Les clostridies

sont des pathogènes rencontrés en hygiène alimentaire. Les bactéries anaérobies *Clostridium* Sulfito-Réducteur sont des bactéries anaérobies sporulées qui sont des hôtes normaux dans l'intestin, mais on les trouve également dans le sol et la matière organique. Ils sont parfois les seuls survivants d'anciennes contaminations fécales (Guiraud, 2003).

- **Ensemencement et incubation**

Introduire 1 ml des dilutions préparées de chaque échantillon dans des éprouvettes stériles vides et placer les tubes dans un bain-marie chauffé à 80°C pendant 10 minutes pour éliminer toutes les formes végétatives. Par la suite, les tubes sont refroidissent rapidement sous l'eau courante et ensuite ensemencés dans le milieu GVF en surfusion. Après régénération du milieu GVF, on refroidit le contenu et on ajoute 1 ml la solution de sulfite de sodium et 4 ml de la solution d'alun de fer. L'incubation se fait à 44°C pendant 72 à 96 heures et le dénombrement se fait par le comptage des colonies noires (El hraiki et *al.*, 2021).

- **Lecture**

Les *Clostridium* sulfito-réducteur apparaissent sous forme de colonies noires.

## **5. Etude statistique**

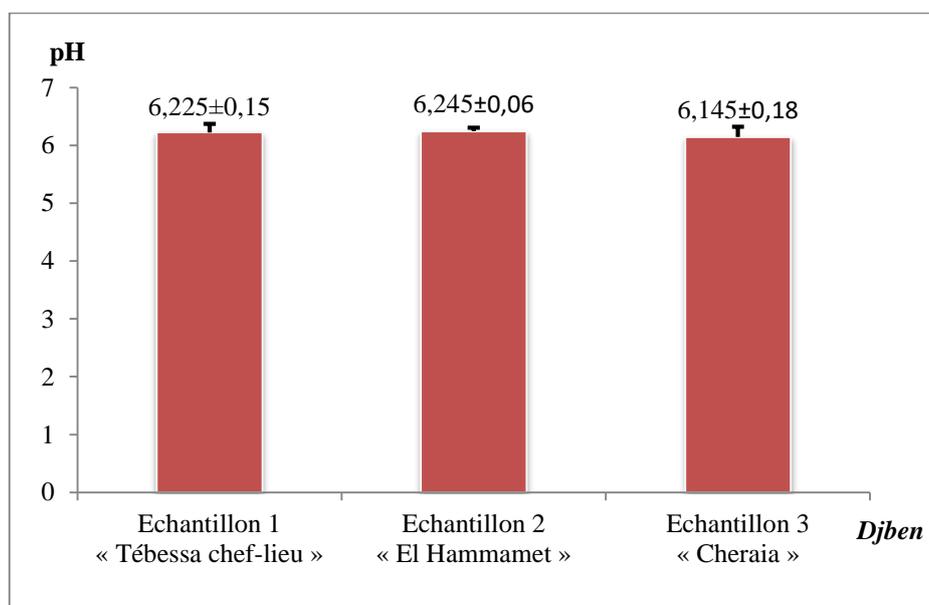
L'analyse statistique des données par le test de Tukey a été réalisée au moyen du logiciel SPSS Statistics version 26 (2019) (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). Les résultats obtenus (pH, Acidité titrable, Taux d'extrait sec) ont été testées avec l'analyse de la variance ANOVA et le test TUKEY qui compare d'une part entre les échantillons analyser pour déterminer s'il y a une différence significative ou non. Les présentations graphique a été via le logiciel Microsoft Excel 2007.

*RESULTATS ET  
DISCUSSIONS*

## 1. Résultats et discussions des paramètres physico-chimiques

### 1. 1. Potentiel hydrogène « pH »

Les résultats de mesure de pH des trois échantillons de fromage frais traditionnel « *Djben* », préparé à partir de lait de chèvre, que nous avons obtenus sont représentés dans la figure ci-dessous.



**Figure 08.** Variation de pH les trois échantillons des fromages frais traditionnel « *Djben* ».

Les résultats apparaissant dans la figure 08 ci-dessus indiquent les résultats auxquels nous sommes parvenus grâce à notre étude sont presque similaires. Elle est variée entre 6,145±0,18 à 6,245±0,06, la valeur moyenne élevée de pH est attribuée à l'échantillon de la région de Tébessa chef-lieu (6,245±0,06) et la faible valeur noté chez l'échantillon de la région de Chérai (6,145±0,18). Ces valeurs sont supérieures aux normes à celles rapportées par le journal officiel de la république Algérienne en 1998.

**Tableau 5.** Analyse de variance de pH

	Somme des carrés	DDL	Moyenne des carrés	F	P
<b>Intergroupes</b>	0,011	2	0,006	0,293	0,765
<b>Intragroupes</b>	0,057	3	0,019		
<b>Total</b>	0,069	5			

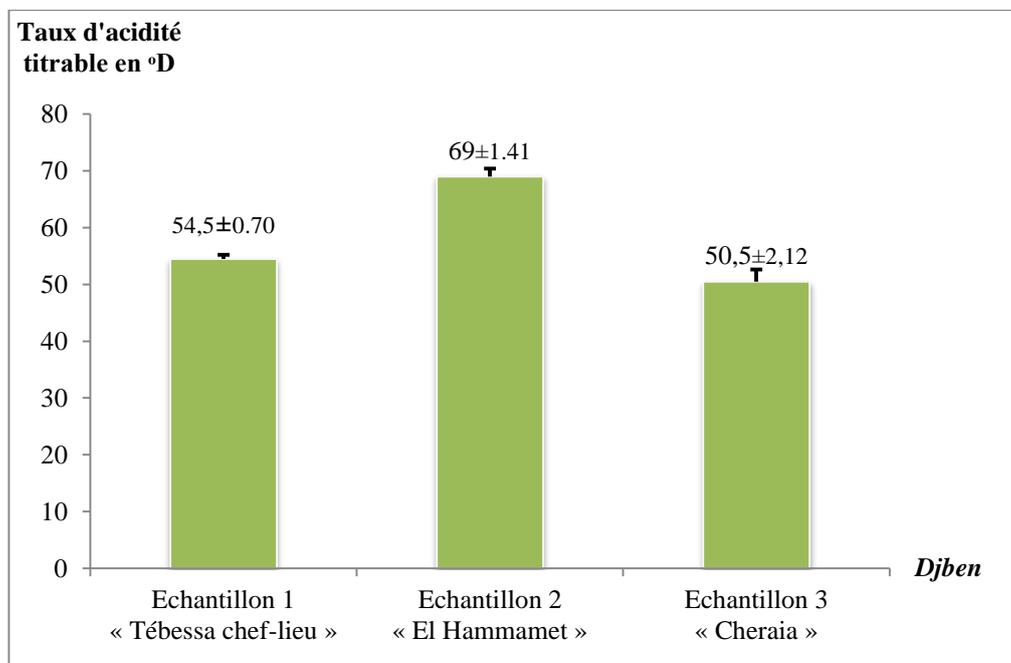
D'après les résultats l'analyse de variance (ANOVA) (tableau 5), nous avons noté qu'il n'y a pas une différence significative ( $F=0.293$ ,  $p>0.05$ ) entre les trois échantillons de fromage traditionnel frais « *Djben* » de trois régions : Tébessa chef-lieu, Hammamet et Chéria.

En comparant les valeurs moyennes de pH obtenues avec celles rapportées par les autres auteurs, elle est plus faible que celle enregistrée par Belhani et Douh (2016) ( $\text{pH}=7,11$ ) et par Hamla et Belgrone (2019) ( $\text{pH}=6,56$ ). Elle est proche que cette portée par Boufeldja (2017) (entre 5,8 et 6,63) et supérieure à celle marqué par Meghoufl (2019) (entre 4,76 et 5,02).

Le pH n'est pas une valeur constante. Il est changé avec le cycle de lactation et l'influence du régime alimentaire. Si le pH est inférieur à la normale, cela indique une acidification du lait, qui peut être causée par une mauvaise condition de conservation (Diao, 2000).

## 1. 2. Acidité titrable

Les résultats obtenus, d'acidité titrable des trois échantillons de *Djben* de chèvres, sont présentés dans la figure ci-dessous.



**Figure 09.** Variation de taux d'acidité titrable en (°D) pour les trois échantillons des fromages frais « *Djben* ».

D'après la figure 09, les résultats de mesure d'acidité titrable des fromages frais « *Djben* » obtenues montrent que l'échantillon 2 de la région de l'Hammamet ( $69 \pm 1,41^\circ\text{D}$ ) et la plus élevée par rapport à celui trouvé dans les deux autres échantillons de la région de Tébessa chef-lieu ( $54,5 \pm 0,70^\circ\text{D}$ ) et la région de Chérai ( $50,50 \pm 2,12^\circ\text{D}$ ) qui représente la plus bas valeur de l'acidité titrable.

**Tableau 6.** Variation de l'acidité titrable pour les trois échantillons

	Somme des carrés	DDL	Moyenne des carrés	F	P
<b>Intergroupes</b>	379.000	2	189.500	81.214	0,002
<b>Intragroupes</b>	7.000	3	2.333		
<b>Total</b>	386.000	5			

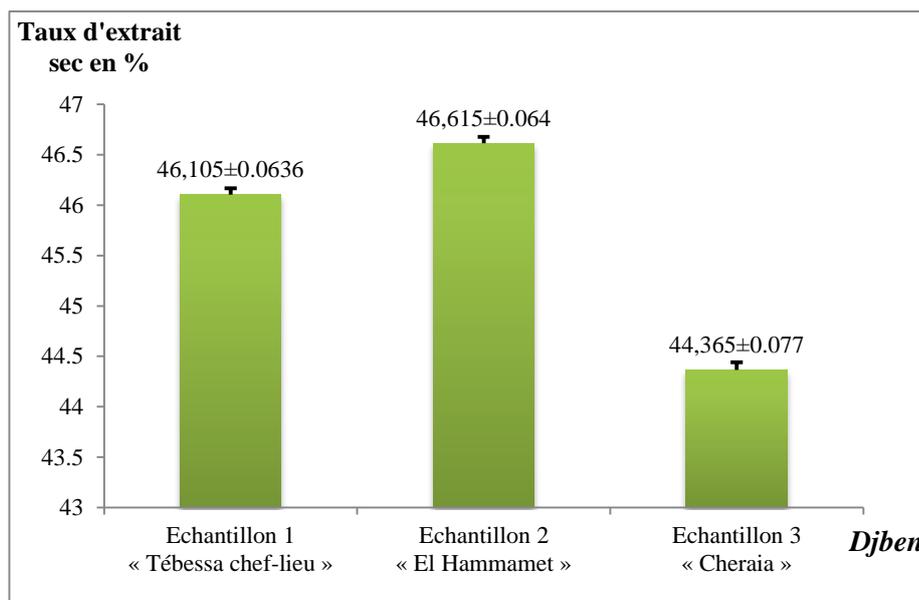
D'après les résultats l'analyse de variance (ANOVA) (tableau 6), nous avons notés qu'il ya une déférence hautement significative ( $F=81.214$ ,  $p<0.05$ ) entre les trois échantillons de fromage traditionnel frais « *Djben* » de trois régions : Tébessa chef-lieu, Hammamet et Chéria.

Ces valeurs sont beaucoup plus inférieures que celui trouvé par Meghoufl (2019) (acidité titrable = 22 et  $67,5^\circ\text{D}$ ) et ceux portés par Hamla et Belgroune (acidité titrable =  $69^\circ\text{D}$ ). La réglementation algérienne ne définit pas une norme pour ce paramètre.

L'acidité du fromage augmente considérablement pendant le processus de séchage, ce qui peut être reflété par l'activité des bactéries lactiques dans le lait pendant le processus de séchage au soleil, et la température du soleil est propice à l'activité continue des bactéries lactiques pendant le processus de séchage (Lahsaoui, 2009).

### 1. 3. Extrait sec

Les résultats d'extrait sec des échantillons de *Djben* de chèvre sont représentés dans la figure 10 ci-après.



**Figure 10.** Variation de taux d'extrait sec (%) pour les trois échantillons des fromages frais « *Djben* ».

À travers les résultats obtenus, nous remarquons que l'échantillon de fromage « *Djben* » de la région de Chéria la plus faible valeur moyenne de l'extrait sec ( $44,365 \pm 0.077\%$ ) par rapport à celui trouvé dans les deux autres échantillons de la région de Tébessa chef-lieu ( $46,105 \pm 0,0636\%$ ) et de la région de Hammamet ( $46,615 \pm 0.064\%$ ).

**Tableau 7.** Analyse de variance de Matière sèche

	Somme des carrés	DDL	Moyenne des carrés	F	P
<b>Intergroupes</b>	5,567	2	2,783	590,120	0,000
<b>Intragroupes</b>	0,014	3	0,005		
<b>Total</b>	5,581	5			

D'après les résultats l'analyse de variance (ANOVA) (tableau 7), nous avons notés qu'il ya une déférence hautement significative ( $F=590.120$ ,  $p<0.05$ ) entre les trois échantillons de fromage traditionnel frais « *Djben* » de trois régions : Tébessa chef-lieu, Hammamet et Chéria.

Selon Sandra et *al.* (2001), la teneur en matière sèche varie en fonction de plusieurs facteurs à savoir :le stade de lactation, la santé animale, les conditions climatiques et le système d'alimentation.

En comparant les valeurs moyennes de l'extrait sec obtenues avec celles rapportées par les autres auteurs, elle est plus faible que ceux trouvés par Boufeldja (2017) (entre 46,87% et 51,04%) et légèrement supérieurs à celui rapportée par Hamla et Belgroune (2019)(36,41%)et par Bendimerad (2013) (entre 28,5 et 29,3%) et à celles rapportées par le journal officiel de la république algérienne en 1998 (40%).

## 2. Résultats et discussions de la qualité hygiénique

L'objectif des critères microbiologiques est de pouvoir porter un jugement sur la salubrité d'un aliment connaissant sa contamination et le comparant aux normes et aux critères microbiologiques. Sachant que la répartition des microorganismes dans un lot de produits n'est pas homogène, il convient d'analyser plusieurs échantillons et d'interpréter statistiquement les résultats obtenus.

Trois échantillons de fromage frais traditionnel « *Djben* » de trois régions, « Chéria », « El-Hammamet » et « Tébessa », ont été analysés au cours de cette étude.

Les résultats de recherche et dénombrement des principales flores microbiennes des échantillons de fromage frais traditionnel « *Djben* » sont mentionnés dans le tableau 8 ci-dessous.

**Tableau 8.** Résultats de dénombrement des principales flores microbiennes *djben* du lait de chèvre

Paramètres	Fromage frais traditionnel « <i>Djben</i> »		
	Échantillon n°1 région « Tébessa chef-lieu »	Échantillon n°2 région « El Hammamet »	Échantillon n°3 région « Chérai »
FTAM	$5,65 \times 10^6 \pm 1,06 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6 \pm 2,82 \times 10^5$	$8,55 \times 10^6 \pm 9,19 \times 10^5$
Coliformes Totaux	$1,95 \times 10^4 \pm 3,53 \times 10^3$	$1,15 \times 10^4 \pm 7,07 \times 10^3$	$2,95 \times 10^4 \pm 0,7 \times 10^3$
Coliformes Fécaux	$1,5 \times 10^3 \pm 1,41 \times 10^2$	$0,8 \times 10^3 \pm 2,82 \times 10^2$	$2,1 \times 10^3 \pm 2,8 \times 10^2$
Levures et Moisissures	Abs	Abs	Abs
Clostridium SR	Abs	Abs	Abs

## 2.1. Flore totale aérobie mésophile (FTAM)

D'après les résultats obtenus (tableau 8), le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) montre que le *Djben* de lait du chèvre possède une charge microbienne de l'ordre de  $5,65 \times 10^6 \pm 1,06 \times 10^5$  UFC/g dans la première échantillon de la région « Tébessa chef-lieu » qui est supérieure à la deuxième échantillon de la région de « El-Hammamet » qui possède une charge microbienne de  $3,9 \times 10^6 \pm 2,82 \times 10^5$  UFC/g, ces deux échantillons ont des charges microbiennes moins de que celle trouvée dans le troisième échantillon de fromage « *Djben* » de la région « Chéria », estimé à  $8,55 \times 10^6 \pm 9,19 \times 10^5$  UFC/g.

En comparaison avec les normes de Journal Officiel Algérien de flore aérobie mésophile qui présente des limites microbiologiques entre  $3 \times 10^5$  et  $3 \times 10^6$  UFC/g, nous avons remarqué que les résultats que nous avons obtenus sont légèrement supérieurs aux normes algériennes. Cela signifie que la qualité de fromage « *Djben* » un peu satisfaisante (JORA n°39 :2017).

Selon les résultats obtenus par Arous et Kadoun (2017) et Hamla et Belgroune (2018) qui ont constaté que les résultats de FTAM de fromage « *Djben* » sont estimés à  $4,8 \times 10^5$  et  $6,8 \times 10^5$  UFC/g et  $0,86 \times 10^6$  UFC/g respectivement. Ces résultats sont inférieurs à ceux que nous avons obtenus, ce qui indique que les échantillons que nous avons analysés sont un peu satisfaisants en termes de qualité d'hygiène.

## 2. 2. Coliformes totaux

Le dénombrement de coliformes totaux montre que l'échantillon de fromage « *Djben* » de lait du chèvre possède une charge microbienne de l'ordre de  $1,95 \times 10^4 \pm 3,53 \times 10^3$  UFC/g dans la première échantillon de la région « Tébessa chef-lieu » qui est supérieure à la deuxième échantillon de la région « El-Hammamet » qui possède une charge microbienne de l'ordre de  $1,15 \times 10^4 \pm 7,07 \times 10^3$  UFC/g, ces deux échantillons ont des charges microbiennes moins de la charge microbienne pour le troisième échantillon de la région de « Chéria », estimé à  $2,95 \times 10^4 \pm 0,7 \times 10^3$  UFC/g (tableau 8).

En comparaison avec les normes de Journal Officiel Algérien de coliformes totaux, la réglementation algérienne ne définit pas une norme pour cette flore. Pour cela, nous essayerons de comparer nos résultats à d'autres études similaires. Tous les échantillons présentent une contamination en ces germes (JORA n°39 :2017).

D'après Benhedane (2012), la présence des coliformes permet la mise en évidence d'une contamination fécale de fromage « *Djben* » qui constitue un facteur de mauvaise conservation ou d'accident de fabrication, et de juger l'état hygiénique d'un produit, même à des niveaux faibles, et aussi cette contamination était attribuée aux conditions non conformes de traite voire de collecte de lait de départ.

Selon Larpent (1997), la présence des coliformes totaux n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale.

Selon les résultats obtenus par Hamla et Belgroune (2018), qui ont constaté que les résultats de coliformes totaux dans le fromage « *Djben* » sont estimés à  $1,8 \times 10^4$  UFC/ml. Ces résultats sont presque semblables entre les résultats que nous avons obtenus précédemment. Par contre, Ces valeurs sont faibles par rapport à la norme de Guiraud (1998) ( $10^6$ UFC/g).

En comparaison avec les résultats obtenus par Arous et Kadoun (2017), qui ont constaté que les résultats de coliformes totaux dans le *djben* sont estimés à  $10^4$  UFC/g, nous avons constaté que ce résultat est inférieur aux résultats que nous avons obtenus. Qui ont dit que leurs résultats indiquent que ceci reflète probablement les mauvaises conditions d'hygiène de préparation de ce produit, du matériel utilisé ou la mauvaise qualité bactériologique du lait cru utiliser pour sa préparation (Gazzar et Marth, 1992).

### 2. 3. Coliformes Fécaux

Le dénombrement de coliformes fécaux montre que le fromage frais traditionnel « *Djben* » de lait du chèvre possède une charge microbienne de l'ordre de  $1,5 \times 10^3 \pm 1,41 \times 10^2$  UFC/g dans la première échantillon de la région de « Tébessa chef-lieu » qui est supérieure à la deuxième échantillon de la région de « El-Hammamet » qui possède une charge microbienne de l'ordre de  $0,8 \times 10^3 \pm 2,82 \times 10^2$  UFC/g, ces deux échantillons ont des charges microbiennes moins de la charge microbienne pour le troisième échantillon de la région de « Chéria », estimé à  $2,1 \times 10^3 \pm 2,8 \times 10^2$  UFC/g (tableau 8).

L'estimation des coliformes thermo tolérants permet d'apprécier le risque de présence de germes pathogènes.

En comparaison avec les normes de Journal Officiel Algérien (JORA n°39 :2017) de coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants) qui présente des limites microbiologiques

entre  $5 \times 10^2$  et  $5 \times 10^3$  UFC/g, étant donné que les résultats obtenus sont limités à l'intervalle de la norme. Nous avons noté que les trois échantillons de fromage « *Djben* » sont conformes aux normes algériennes.

Selon les résultats obtenus par Yousfi (2020) et Hamla et Belgroune (2018) et Belhani et Douh (2016), qui ont constaté qu'aucun résultat positif n'a été enregistré pour le dénombrement des coliformes thermo tolérants, l'absence des coliformes fécaux dans les autres échantillons est considérée comme un indice de bonne maîtrise d'hygiène et de manipulation, donc les produits sont de qualité microbiologique satisfaisante, c'est exactement le contraire des résultats que nous obtenons, qui indiquent la qualité insatisfaisante de ce produit.

#### 2. 4. Levures et Moisissures

Nos échantillons de fromages « *Djben* » sont particulièrement dépourvus de flore fongique. Ces résultats sont liés à la moindre exposition du *Djben* à l'air lors de l'égouttage (temps d'égouttage court), ce qui réduit la contamination par les spores de cette flore habituellement produites dans les produits fermentés (Ouadghiri, 2009).

En comparaison avec les normes de Journal Officiel Algérien (JORA n°39 :2017) de levures et moisissures, la réglementation Algérienne ne définit pas une norme pour cette flore. Pour cela, nous essayerons de comparer nos résultats à d'autres études similaires. Nos échantillons ne présentent aucune contamination en ces germes.

En comparaison avec les résultats obtenus par Hamla et Belgroune (2018), qui ont noté que le fromage « *Djben* » de lait de chèvre présente une charge microbienne de l'ordre de  $1,23 \times 10^4$  UFC/g pour les levures et  $0,14 \times 10^4$  pour les moisissures. Et même pour les résultats rapportés par Khemis et Bachi (2016) qui donne une charge de 0,89.107 UFC/g. C'est ce qui explique par l'absence de ces flores (levure et moisissure) que nos échantillons de fromage « *Djben* » présente une qualité hygiénique très satisfaisante.

#### 2. 5. Clostridium Sulfito- Réducteur

D'après les résultats obtenus (tableau 8), nous avons notés l'absence totale de (CSR) dans les trois échantillons.

En comparaison avec les normes de Journal Officiel Algérien (JORA n°39 :2017) en Clostridium Sulfito-Réducteur (CSR) qui présente une valeur microbiologique inférieure de 50UFC/g, étant donné que les résultats obtenus sont limités à la valeur la plus basse. Donc, nous avons notés que les trois échantillons de fromage « *Djben* » sont conformes à la norme Algérienne.

# *CONCLUSION*

## **Conclusion**

Le *Djben* est un fromage frais algérien, non affiné, fabriqué à partir de lait cru et consommé dans les 10 ou 15 jours suivant sa préparation.

Cette étude consiste d'avoir une évaluation de la qualité du fromage traditionnel *Djben* issu de lait de chèvre entre trois régions la wilaya de Tébessa, dont l'objectif principal est de faire une étude des paramètres physico-chimique et de la qualité hygiénique du fromage frais « *Djben* » pour évaluer la degré de contamination microbiologique et nous sommes intéressés à faire une comparaison qualitative entre ces trois échantillons étudiés.

Les échantillons de fromages traditionnels étudiés avaient présente une similarité pH qui est un peu acide; au contraire, les résultats de l'acidité titrable et de extrait sec total où l'échantillon de la région de El Hammamet montre une valeur plus élevée que celle de la région de Tébessa chef-lieu et de la région de Chéria. Par ailleurs, les analyses statistiques montrent qu'il existe une différence significative entre les échantillons étudiées concernant les autres paramètres : acidité titrable et l'extrait sec total.

D'une manière générale, la qualité physico-chimique est acceptable pour tous les échantillons de fromages traditionnels étudiés.

À travers résultats la qualité hygiénique, l'échantillon de fromage traditionnel « *Djben* » de la région d'El-Hammamet avait une qualité sanitaire supérieure aux ceux des autres régions de Tébessa chef-lieu et de Chéria.

La qualité hygiénique de fromage traditionnel « *Djben* » de différentes régions étudiées présente une qualité hygiénique un peu satisfaisante.

Ces résultats montrent que la qualité hygiénique des trois échantillons indique que ceci reflète probablement aux : non respect des conditions de conservation, non respect de la chaine de refroidissement, mauvaises conditions d'hygiène de préparation de ce produit, du matériel utilisé ou la mauvaise qualité bactériologique du lait cru utiliser pour sa préparation.

Cette étude ce n'est qu'un début, qui nous a permis de connaitre la comparaison entre les trois échantillons de « *Djben* » de chèvre de Tébessa chef-lieu, d'Hammamet et de Chéria sur le plan physico-chimique et qualité hygiénique ; nous souhaitons que d'autres études approfondies s'exécutent sur :

## **Conclusion**

- Analyses organoleptiques: *odeur, saveur et couleur* ;
- *Analyses nutritionnels : protéines, vitamines, lipides, ...*
- Effet de l'incorporation des huiles essentiels des plantes aromatiques sur la stabilité oxydative, qualité microbiologiques et sensorielles du fromage traditionnel « *Djben* ».

*Références  
bibliographiques*

## Références

### A

- Aboutayeb, R. (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers. Consulté à l'adresse <http://www.azaquar.com>, le, 15(05), 2016.
- AFNOR (Association Française de NORmalisation). NF ISO 8070 (novembre 2007). Lait et produits laitiers – Détermination des teneurs en calcium, sodium, potassium et magnésium – Méthode spectrométrie par absorption atomique (Indice de classement : V04-355).
- Aissaoui O., Zitoun M., Zidoune N. (2006). Traditional Algerian cheese "BOUHEZZA". Regional Animation Seminar. Soft technologies and separation processes for quality and foodsafety. INSAT – Tunis, Tunisie / 27-28-29 November.
- Alais, C. (1974). Principes des Techniques Laitières: Science du Lait. sepec.
- Alais, C. (1984). Science du lait: principes des techniques laitières.
- Alais, C., Linden, G., & Miclo, L. (2008). *Biochimie alimentaire* (pp. 260-p). Dunod..
- Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. et Turge H. (2002). Composition, propriétés physicochimiques, valeur and lactic acid bacteria. *J. Food Sci. Technol.* 56, 3431–3438. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03828-0>.
- Andren A. (2002). Rennets and coagulants in Encyclopedia of Dairy Science. Roginski H., Fuquay J. Fox P. Elsevier. 281-286.
- Aquilanti, L., Babini, V., Santarelli, S., Osimani, A., Petruzzelli, A., & Clementi, F. (2011). Bacterial dynamics in a raw cow's milk Caciotta cheese manufactured with aqueous extract of *Cynara cardunculus* dried flowers. *Letters in applied microbiology*, 52(6), 651-659.

### B

- Bachtarzi, N., Amourache, L., & Dehkal, G. (2015). Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien)[Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert-type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria)]. *Int J Innov Sci Res*, 17(1), 34-42.

## Références

- Benamara R. N., Gemelas L., Ibri K., Moussa-Boudjema B. and Demarigny Y. (2016) Vol. 10(41), pp. 1728-1738, Sensory, microbiological and physico-chemical characterization of Klila, a traditional cheese made in the south-west of Algeria.
- Bencharif, A. (2001). Stratégies des acteurs de la filière lait en Algérie: état des lieux et problématiques. *Options Méditerranéennes, Ser B*, 32, 44.
- Bendimerad, N. (2013). *Caractérisation phénotypique technologique et moléculaire d'isolats de bactéries lactiques de laits crus recueillis dans les régions de l'Ouest Algérien. Essai de fabrication de fromage frais type «Jben.»* (Doctoral dissertation).
- Benheddi, W., & Hellal, A. (2019). Technological characterization and sensory evaluation of a traditional Algerian fresh cheese clotted with *Cynara cardunculus* L. flowers and lactic acid bacteria. *Journal of food science and technology*, 56, 3431-3438.
- Benkerroum, N. (2010). Antimicrobial peptides generated from milk proteins: a survey and prospects for application in the food industry. A review. *International Journal of Dairy Technology*, 63(3), 320-338..
- Benkerroum, N. (2013). Traditional fermented foods of North African countries: technology and food safety challenges with regard to microbiological risks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 54-89.
- Benkerroum, N., & Tamime, A. Y. (2004). Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. *Food Microbiology*, 21(4), 399-413.
- Benyoub, K. (2016). Caractérisation morphométrique, typologie de l'élevage caprin et étude physico-chimique de son lait au niveau de la wilaya de Tlemcen. *Mémoire Master en génétique. Université de Tlemcen (Algérie)*.
- Bidot Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de producción animal*, 29(2), 32-41..
- BOUADJAIB, S. (2013). *Etude physico-chimique du produit laitier traditionnel du Sud algérien «Jben» Recherche du pouvoir antimicrobien des bactéries lactiques* (Doctoral dissertation).

## Références

Bourgeois C, Mesclé J F et Zucam (1990). Microbiologie Alimentation ; Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Paris ; Lavoisier : Techniques et Documentation – 422p

Boyaval, P., Deborde, C., Corre, C., Blanco, C., & Bégué, É. (1999). Stress and osmoprotection in propionibacteria. *Le lait*, 79(1), 59-69.

### C

Chilliard, Y. (1996, November). Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre: comparaison avec les laits de vache et humain. In *Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque: le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France* (pp. 51-65)..

Codex Alimentarius.(1999). Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206-1999.1-4 pages. »

### D

Dalgleish, D. G., & Corredig, M. (2012). The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annual review of food science and technology*, 3, 449-467.

Derouiche, M., & Zidoune, M. (2015). Caractérisation d'un fromage traditionnel, le Michouna de la région de Tébessa, Algérie. *Livestock Research for Rural Development*, 27(11).

Dillon et Berthier, 1997. Applied and environmental microbiologique.

Djoughri K et Madani S. 2015. Etude microbiologique d'un produit laitier fermenté traditionnel (Jben) : isolement et identification des bactéries lactiques. Mémoire de Master, Univ. Ouargla, Algérie, 05 p.

Dmytrów, I., Mituniewicz-Małek, A., & Balejko, J. (2010). Assessment of selected physicochemical parameters of uht sterilized goat's milk. *Electronic journal of polish agricultural universities*, 13(2).

## Références

Duteurtre, G., Koussou, M. O., & SOULEYMANE, N. (2002). Les «bars laitiers» de N'Djamena (Tchad). Des petites entreprises qui valorisent le lait de brousse. *Raimond C., Garine E., Langlois O. eds, Ressources vivrières et choix alimentaires dans le bassin du lac Tchad, Actes XIe Coll. Méga-Tchad, Université de Paris X, Nanterre, France, 20-22.*

### E

Eck, (1987): le fromage. 2<sup>ème</sup> édition, Technique et documentation Lavoisier 1987 :539.

El Marrakchi, A., & Hamama, A. (2000). Valorisation des produits laitiers caprins. *Editions Hassan, 2, 4-9.*

El marrakchi. A et Hamama .A ,(1996) : Les perspectives de développement de la filière Lait de chèvre dans le bassin méditerranéen. Une réflexion collective appliquée au cas Marocain. (Étude FAO production et santé animales – 131).

### F

FAO, (1995) : Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO Alimentation et nutrition n°28.

Foltmann, B. (1971). The biochemistry of prorennin (prochymosin) and rennin (chymosin). In *Milk proteins* (pp. 217-254). Academic Press..

Fox, P. F., Mcsweeney, P. L., & Paul, L. H. (1998). Dairy chemistry and biochemistry.

FREDOT E, (2006). Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25 (397 pages).

### G

Gabas, A. L., Cabral, R. A. F., Oliveira, C. A. F. D., & Telis-Romero, J. (2012). Density and rheological parameters of goat milk. *Food Science and Technology, 32, 381-385.*

Gaddour, A., Najari, S., Abdennebi, M., Arroum, S., & Assadi, M. (2013). Caractérisation physicochimique du lait de chèvre et de vache collectée localement dans les régions arides de la Tunisie. *Options Méditerranéennes A, 108, 151-154.*

Guiraud, J. P. (1998). *Microbiologie alimentaire*. Dunod.

## Références

Guiraud. J., (2003)- Microbiologie Alimentaire.Ed. Dunod, Paris, 136-139p.

### H

Hadj .AM, (2011) : les produits laitiers fabriqués Algérie- posté par D.Soukehal.

Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small ruminant research*, 51(2), 155-163.

Hallel, A. (2001). Fromages traditionnels algériens. Quel avenir. *Revue agroligne*, 14, 43-47.

Hamama A., El Marrakchi A. et El Othmani F. (1992) Occurrence of *Yersinia enterocolitica* in milk and dairyproducts in Morocco. *Int. J. Food Microbiol.*16: 69 – 77

Hamama, A., & Bayi, M. (1991). Composition and microbiological profile of two Moroccan traditional dairy products: raib and jben. *International Journal of Dairy Technology*, 44(4), 118-120.

Hammes, W. P., & Tichaczek, P. S. (1994). The potential of lactic acid bacteria for the production of safe and wholesome food. *Zeitschrift fur lebensmittel-untersuchung und-forschung*, 198(3), 193-201.

### J

JAUBERT G, (1997). Flavour of goat farm bulk milk. *Cah Opt Mediter*, 25: 89p.

JAUBERT( 2001): Characteristics of goat milk collected from small and medium enterprises in Greece, Portugal and France

Jeantet (2008) : Lait fermenté et desserts lactés. Les produits laitiers (ED) .Lavoisier, Tech et Doc.Paris 2008.

Jeantet, R., Vignolles, M. L., Lopez, C., & Schuck, P. (2007). Free fat, surface fat and dairy powders: interactions between process and product. A review. *Le Lait*, 87(3), 187-236.

### L

Lapointe-Vignola, C. (2002). *Science et technologie du lait: transformation du lait*. Presses inter Polytechnique.

## Références

Leksir, C., Boudalia, S., Moujahed, N., & Chemmam, M. (2019). Traditional dairy products in Algeria: case of Klila cheese. *Journal of Ethnic Foods*, 6(1), 1-14.

Lopez, M. B., Jordan, M. J., Hellin, P., & Laencina, J. (1996). Technological suitability of different rennets and coagulant enzymes applied in Murciano-Granadina goat milk. In *Production and utilization of ewe and goat milk, Crete (Greece), 19-21 Oct 1995*. International Dairy Federation.

## M

Macedo, A. C., Malcata, F. X., & Oliveira, J. C. (1993). The technology, chemistry, and microbiology of Serra cheese: a review. *Journal of Dairy Science*, 76(6), 1725-1739.

Mahamedi A.E., 2015 : Etude des qualités hygiénique, physicochimique et microbiologique des ferments et des beurres traditionnels destinés à la consommation dans différentes régions d'Algérie. Mémoire de Magister en Biologie. Université d'Oran. Algérie.

Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Initiation à la technologie fromagère*. Editions Tec & Doc.

Mahdi.D ,2014 : Awres le fromage Bouhezza, un savoir-faire et un savoir vivre.

Mahieddine, B., Feknous, N., Farah, M., Dalichaouche, N., Ines, F., Lynda, T., Nadia, M., and Redouane, Z. (2017). Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-estAlgérien. Essai de fabrication du fromage frais. *Algerian Journal of Natural Products* 5, 492- 506.

Majdi A., (2009) : les fromages AOP et IGP, in Séminaire sur les fromages AOP et IGP. Ingénieur agronomie, 88p

Mandy Jacob, Doris Jaros and Harald Rohm(2010). Recent advances in milk clotting enzymes. Germany. Institute of Food Technology and Bioprocess Engineering, Technische Universita Dresden, 14-33p.

Martin, B., Hurtaud, C., Graulet, B., Ferlay, A., & Coulon, J. B. J. (2009). Herbe et qualités nutritionnelles et organoleptiques des produits laitiers. *Fourrages*, 199, 291-310.

## Références

- Martins, A. L., De Vasconcelos, M. P., & De Sousa, R. B. (1996). Thistle (*Cynara cardunculus* L) flower as a coagulant agent for cheesemaking. Short characterization. *Le Lait*, 76(5), 473-477.
- Mechai A., (2009): Isolement, caractérisation et purification de bactériocines produites par des bactéries lactiques autochtones : études physiologiques et biochimiques. Thèse de doctorat, Univ. Badji Mokhtar, Annaba, 63-66p.
- Mechai, A., Debabza, M., & Kirane, D. (2014). Screening of technological and probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian traditional fermented milk products. *International Food Research Journal*, 21(6).
- Mennane, Z., Khedid, K., Zinedine, A., Lagzouli, M., Ouhssine, M., & Elyachioui, M. (2007). Microbial characteristics of Klila and Jben traditional Moroccan cheese from raw cow's milk. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 2(1), 23-27.
- Meribai, A., Jenidi, R., Hammouche, Y., & Bensoltane, A. (2017). Physico-chemical characterization and microbiological quality evaluation of Klila, an artisanal hard dried cheese from Algerian's arid areas: preliminary study. *J New Sci Agric Biotech*, 40, 2169-2174.
- Millet, L., Melcion, D., & Devoyod, J. J. (1974). La flore microbienne du fromage de Cantal fabriqué à partir de lait cru. III.-Rôle des levures dans la maturation de la "tome". *Le Lait*, 54(539-540), 616-626.

### N

- Nouani, A., Dako, E., Morsli, A., Belhamiche, N., Belbraouet, S., Bellal, M. M., & Dadie, A. (2009). Characterization of the purified coagulant extracts derived from artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technol*, 7(1), 20-29..

### O

- Owusu-Kwarteng, J., Akabanda, F., Nielsen, D. S., Tano-Debrah, K., Glover, R. L., & Jespersen, L. (2012). Identification of lactic acid bacteria isolated during traditional fura processing in Ghana. *Food microbiology*, 32(1), 72-78.

## Références

### P

Piveteau, P. (1999). Metabolism of lactate and sugars by dairy propionibacteria: a review. *Le Lait*, 79(1), 23-41.

Pluta-Kubica, A., Jamróz, E., Khachatryan, G., Florkiewicz, A., & Kopel, P. (2021). Application of Furcellaran Nanocomposite Film as Packaging of Cheese. *Polymers*, 13(9), 1428.

### R

Ramet, J. P. (1993). *La technologie des fromages au lait de dromadaire (Camelus dromedarius)* (Vol. 113). Food & Agriculture Org..

Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., & Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small ruminant research*, 79(1), 57-72.

Richard, V. J. (1990). Production de lait cru de bonne qualité bactériologique. *Microb-Hyg alm*, 2(1), 33p.

Rosario, M., Garcia, A., Diego Barriga, V., Benito Rodriguez, F.(2010). Normes principes de fabrication de fromage. Forma Animada S.L.L. Livre.

Roseiro, L. B., Garcia-Risco, M., Barbosa, M., Ames, J. M., & Wilbey, R. A. (2003). Evaluation of Serpa cheese proteolysis by nitrogen content and capillary zone electrophoresis. *International Journal of Dairy Technology*, 56(2), 99-104.

### S

Santner A, Binder E and Brandl E. (1980). Zur Bestimmung der oxidationsstabilität von Vollmilchpulver .I. Optimalerung eines Methodenvor-Schlagsm Österreich-Milchwirt-Schaft, 3 (6), 15-21.

Sardinas, J. L. (1968). Rennin enzyme of *Endothia parasitica*. *Applied Microbiology*, 16(2), 248-255.

## Références

St-Gelais, D., Baba, A. O., & Turcot, S. (2000). Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation,\* en ligne+. *Site du ministère de l'agriculture et agroalimentaire du Canada*.

### T

Tabet, R., Mechai, A., Branes, Z., & Chenchouni, H. (2023). Effect of vegetable coagulant and lamb rennet on physicochemical composition, fatty acid profile and lipid quality indices of a traditional fresh cheese (Jben). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 102609.

Talantikite-Kellil, S. (2015). *Purification et caractérisation d'une enzyme coagulante d'origine microbienne pour application en fromagerie* (Doctoral dissertation, Université M'hamed Bougara de Boumerdès, Département de Tec).

### U

Upreti, P., Metzger, L. E., & Bühlmann, P. (2004). Glass and polymeric membrane electrodes for the measurement of pH in milk and cheese. *Talanta*, 63(1), 139-148.

### V

Veisseyre R. (1979). *Technologie du fromage: 3ème édition*. Maison Rustique, 714 p.

Velasco-Negueruela, A., & Pérez-Alonso, M. J. (1990). The volatiles of six *Teucrium* species from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Phytochemistry*, 29(4), 1165-1169..

Vignola C.L., (2002). *Science et technologie du lait –Transformation du lait*, École polytechnique de Montréal, ISBN : 29-34, 600p.Canada, 600 p.

Vioque, M., Gómez, R., Sánchez, E., Mata, C., Tejada, L., & Fernández-Salguero, J. (2000). Chemical and microbiological characteristics of ewes' milk cheese manufactured with extracts from flowers of *Cynara cardunculus* and *Cynara humilis* as coagulants. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(2), 451-456.

## Références

### W

- Walsra P., Wouters J. T. N, Geurts T.J.,(2006). Dairy Science and Technology. Second Edition; 762p.
- Wehrmueller, K., Jakob, E., & Ryffel, S. (2008). Orotic acid content in cow's, ewe's and goat's milk. *Agrarforschung (Switzerland)*.
- Wootton Beard, P. C., Moran, A., & Ryan, L. (2011). Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin–Ciocalteu methods. *Food research international*, 44(1), 217-224.

### Z

- Zeller, B. (2005). *Le fromage de chèvre: spécificités technologiques et économiques* (Doctoral dissertation).
- Zhao J., Chen S. et Agboola S.O., (2003). Effect of starter culture on the biochemica/ and sensory properties of ovine cheese manufactured with a plant coagulant. *Australian J. of Dairy Techn.*, 58 .

# *ANNEXE*

## Annexe 1

## Milieux de culture

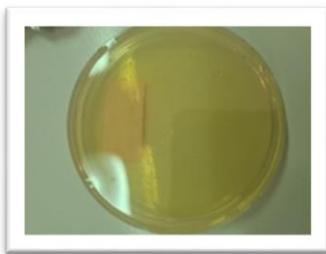
gélose	principe	Composants pour 1L
Gélose PCA (Plate Count Agar )	<p>La gélose glucosée à l'extrait de levure appelée par les Anglo-Saxons "Plate Count Agar" est utilisée en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des bactéries aérobies dans le lait, les viandes, les produits à base de viande, les autres produits alimentaires, ainsi que pour l'analyse des produits pharmaceutiques, des produits cosmétiques et de leurs matières premières.</p> <p>PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,0 ± 0,2.</p>	<p>5g Tryptone 2.5g Extrait autolytique de levure 1g Glucose 15g Agar agar</p>
Gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)	<p>La gélose VRBL est recommandée pour la recherche des coliformes dans les aliments et les produits laitiers.</p> <p>PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,4 ± 0,2.</p>	<p>7g Peptone 5g Chlorure de sodium 3g Extrait de levure 0.03g Rouge neutre 1.5g Sels biliaires N°3 0.002g Cristal violet 10g Lactose 15g Agar</p>
Gélose SABOURAUD CHLORAMPHENICOL	<p>La gélose Sabouraud est un milieu d'utilisation générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures. L'addition de chloramphénicol inhibe la croissance des bactéries Gram positif et Gram négatif.</p> <p>PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 5,6 ± 0,2</p>	<p>5g Peptone de caséine 5g Peptone de viande 40g Glucose monohydrate 0.5g Chloramphénicol 15g Agar</p>

<p>Gélose viande-foie</p>	<p>La gélose Viande-Foie complète est recommandée pour la recherche et le dénombrement de spores de Clostridium sulfite réducteurs dans les produits alimentaires.</p> <p>PH du milieu prêt-à-l'emploi à 25°C : 7,6 ± 0,2</p>	<p>30g Peptone viande-foie                  2.5g Sulfite de sodium                  2g Glucose                  0.5g Citrate ferrique ammoniacal                  2g Amidon soluble                  11g Agar</p>
---------------------------	---	---

**Annexe 2**

**Exemple de dénombrement des germes dans le Djben de chèvre de la région de Tébessa chef-lieu, Hammamet et de Chéria :**

✓ **Dénombrement de FTAM**



Echantillon1  
Tébessa chef-lieu



Echantillon2  
Hammamet



Echantillon3  
Chéria

✓ **Dénombrement de Coliformes Totaux**



Echantillon1  
Tébessa chef-lieu



Echantillon2  
Hammamet



Echantillon3  
Chéria

✓ **Dénombrement de Coliformes fécaux**



Echantillon1  
Tébessa chef-lieu



Echantillon2  
Hammamet



Echantillon3  
Chéria

✓ **Dénombrement des levures et moisissures**



Echantillon1  
Tébessa chef-lieu



Echantillon2  
Hammamet



Echantillon3  
Chéria

✓ **Dénombrement de clostridium sulfito-réducteurs**



Echantillon1  
Tébessa chef-lieu



Echantillon2  
Hammamet



Echantillon3  
Chéria